



TESIS - TE142599

KLASIFIKASI TROMBOSIT PADA CITRA HAPUSAN DARAH TEPI BERDASARKAN GRAY LEVEL CO- OCCURRENCE MATRIX MENGGUNAKAN BACKPROPAGATION

ZILVANHISNA EMKA FITRI
2215205005

DOSEN PEMBIMBING
Dr. I. Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T
Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M. Eng

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN JARINGAN CERDAS MULTIMEDIA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017



TESIS - TE142599

CLASSIFICATION OF PLATELET IN PERIPHERAL BLOOD SMEAR IMAGE BASED ON GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX USING BACKPROPAGATION

ZILVANHISNA EMKA FITRI
2215205005

SUPERVISORS

Dr. I. Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T
Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M. Eng

MASTER PROGRAM
MULTIMEDIA INTELLIGENT NETWORK
DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017


LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
oleh:


Zilvanhisna Emka Fitri
NRP. 2215205005

Tanggal Ujian : 15 Juni 2017
Periode Wisuda : September 2017


Disetujui oleh:


1. Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T.
NIP : 196907301995121001


(Pembimbing I)


2. Prof. Dr. Ir. Matriadi Hery Purnomo, M.Eng.
NIP : 195809161986011001

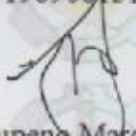
(Pembimbing II)


3. Dr. Eko Mulvanto Yuniarno, ST., MT.
NIP : 196806011995121009

(Penguji)



4. Dr. Surya Sumpeno, ST., M.Sc.
NIP : 196906131997021003

(Penguji)


5. Dr. Supeno Mardhi Susiki Nugroho, ST., MT
NIP : 197003131995121001

(Penguji)

Dekan Fakultas Teknologi Elektro


Dr. Iri Ariel Sardjono, S.T., M.T.
NIP. 197002121995121001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tesis saya dengan judul **“KLASIFIKASI TROMBOSIT PADA CITRA HAPUSAN DARAH TEPI BERDASARKAN GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIKS MENGGUNAKAN BACKPROPAGATION”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Mei 2017



Zilvanhisna Emka Fitri

NRP. 2215205005

Halaman ini sengaja dikosongkan

KLASIFIKASI TROMBOSIT PADA CITRA HAPUSAN DARAH TEPI BERDASARKAN GRAY LEVEL CO- OCCURRENCE MATRIX MENGGUNAKAN BACKPROPAGATION

Nama mahasiswa : Zilvanhisna Emka Fitri
NRP : 2215205005
Pembimbing : 1. Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T
2. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan klasifikasi sel trombosit pada citra hapusan darah berdasarkan tekstur fitur yaitu menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Fitur yang digunakan adalah *Angular Second Moment* (ASM), *Invers Different Moment* (IDM), dan Entropi. Fitur-fitur tersebut menjadi masukan pada proses klasifikasi. *Backpropagation* digunakan untuk mengklasifikasi antara sel leukosit, sel trombosit normal dan sel trombosit raksasa. Hasil pengujian, backpropagation mampu mengklasifikasikan jenis sel dengan akurasi pada leukosit 90.31%, trombosit normal, 93.88% dan trombosit raksasa 86.22%. Berdasarkan jenis citra AB 85.71%, citra AL, 87.75%, citra BG 84.69% dan citra RG 83.67%. Jadi sistem klasifikasi ini mampu digunakan sebagai alat bantu bagi dokter atau analis medis untuk mempercepat proses diagnosis trombosit pada bidang kesehatan.

Kata kunci: *Backpropagation*, *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM)
Trombosit raksasa

Halaman ini sengaja dikosongkan

CLASSIFICATION OF PLATELET IN PERIPHERAL BLOOD SMEAR IMAGE BASED ON GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX USING BACKPROPAGATION

By : Zilvanhisna Emka Fitri
Student Identity Number : 2215205005
Supervisor(s) : 1. Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T
2. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.

ABSTRACT

This study aims to classify platelet cells in blood smear image based on feature texture using Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). The features used are Angular Second Moment (ASM), Inverse Different Moment (IDM), and Entropy. These features become input to the classification process. Backpropagation is used to classify between leucocyte cells, normal platelet cells and giant platelet cells. Test results, backpropagation able to classify cell types with accuracy on leukocyte 90.31%, normal platelet 93.88% and giant platelet 86.22%. Based on AB image type 85.71%, AL image, 87.75%, BG image 84.69% and image RG 83.67%. So this classification system can be used as a tool for doctors or medical analysts to accelerate the process of platelet diagnosis in the field of health.

Key words: Backpropagation, Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), Giant Platelet

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Allah Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan naskah tesis yang berjudul **“KLASIFIKASI TROMBOSIT PADA CITRA HAPUSAN DARAH TEPI BERDASARKAN GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX MENGGUNAKAN BACKPROPAGATION”**. Naskah tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan di program studi S2 Teknik Elektro Bidang Keahlian Jaringan Cerdas Multimedia. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Mama, Bapak, Mbak Yusi, Dek Giza dan keponakanku tercinta Fakhri yang telah memberiku doa dan semangat yang tiada henti.
2. Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan serta memberikan saran saat penulis berkonsultasi.
3. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.. selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan serta memberikan saran saat penulis berkonsultasi.
4. Sahabatku, Eka, Puspa, Tika, Iqoh, Fadhilah dan Fadhlil terima kasih atas dukungannya dan semangat yang tidak pernah putus.
5. Mbak Niya, mbak vika, mas Faisal dan mas adlian yang sering menemani, mendengar keluh kesah dan menyemangati penulis hingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.

6. Mbak nanda, mas joko dan seluruh teman angkatanku di S2 JCM 2015, terima kasih atas bantuannya selama ini.
7. dr. Jane Eveline C.T, Sp.PK yang telah membantu dan banyak memberi masukan perihal bidang patologi klinik.
8. Seluruh staf laboratorium patologi klinik RSI Siti Hadjar Sidoarjo yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmu dalam hal teknis cara pembuatan specimen hapusan darah tepi beserta cara pembacaan yang benar.

Penulis menyadari bahwa naskah tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk pengembangan penelitian tesis ini dapat menjadi lebih baik.

Surabaya, 15 Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Kontribusi	5
1.6 Metodologi Penelitian	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 State of the Art	7
2.2 Hematology	7
2.2.1 Pembuatan Preparat Hapusan Darah Tepi	8
2.2.2 Sel Darah Putih (<i>Leukocytes</i>)	10
2.2.3 Trombosit (<i>Platelet</i>)	12
2.3 Penyakit Akibat Kelainan Trombosit	14
2.3.1 <i>Inherited Giant Platelet Disorders</i> (IGPDs)	14
2.3.2 <i>Essential Thrombocythemia</i> (ET)	15
2.4 Ruang warna Lab	16
2.5 Ekstraksi Fitur	17
2.5.1 <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i> (GLCM)	18
2.6 <i>K-Nearest Neighbor</i>	21
2.7 Backpropagation	22
2.8 Perhitungan Performance Metode	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	27

3.1	Data Penelitian	27
3.2	Desain Metode Penelitian.....	28
3.3	Persiapan Sampel Preparat	31
3.3.1	Sampel Darah	31
3.3.2	Preparat hapusan darah tepi.....	32
3.3.3	Pengecatan preparat hapusan darah tepi.....	33
3.3.4	Pengambilan data menggunakan mikroskop digital.....	35
3.3.5	Hasil citra hapusan darah tepi.....	37
3.4	Preprocessing Citra.....	38
3.5	Segmentasi Citra.....	40
3.6	Ekstraksi Fitur	46
3.7	Klasifikasi Sel.....	47
3.7.1	<i>K-Nearest Neighbor</i>	47
3.7.2	Backpropagation.....	48
3.8	Perhitungan Performace Metode	51
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		53
4.1	Data Penelitian	53
4.2	Preprocessing Citra dan Segmentasi citra	55
4.3	Ekstraksi Fitur	64
4.4	Klasifikasi.....	65
4.5	K-Nearest Neighbor	66
4.5.1	<i>K-Nearest Neighbor untuk Leukocyte</i>	67
4.5.2	<i>K-Nearest Neighbor untuk Normal Platelet</i>	68
4.5.3	<i>K-Nearest Neighbor untuk Giant Platelet</i>	69
4.6	Backpropagation.....	70
4.6.1	<i>Backpropagation untuk Leukocyte</i>	73
4.6.2	<i>Backpropagation untuk Normal Platelet</i>	73
4.6.3	<i>Backpropagation untuk Giant Platelet</i>	74
4.7	Perbandingan Metode Klasifikasi	74
BAB 5 PENUTUP		81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA.....		83

LAMPIRAN.....	85
BIOGRAFI PENULIS	87

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Citra hapusan darah tepi.....	3
Gambar 2.1 Pembuatan hapusan darah (Bain, 2014).....	9
Gambar 2.2 Variasi bentuk sel leukosit (Rodak and Carr, 2017).	10
Gambar 2.3 Variasi morfologi sel limfosit (Turgeon, 2012).	12
Gambar 2.4 Trombosit dan megakaryosit (Theml et al., 2004).....	12
Gambar 2.5 Pengukuran trombosit menggunakan micrometer ocular.....	13
Gambar 2.6 <i>Giant platelet</i> pada pasien <i>primary myelofibrosis</i> (Bain, 2014)	13
Gambar 2.7 Hapusan darah tepi pasien <i>essential thrombocythemia</i>	16
Gambar 2.8 Ilustrasi arah untuk GLCM berdasarkan sudut	18
Gambar 2.9 Penentuan awal matriks GLCM berdasarkan pasangan dua piksel... 19	
Gambar 2.10 Proses pembentukan matriks GLCM yang simetris	20
Gambar 2.11 Model tiruan sebuah neuron (Purnomo and Kurniawan, 2006)	22
Gambar 2.12 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner	24
Gambar 3.1 Citra hapusan darah tepi.....	27
Gambar 3.2 Blok diagram sistem.....	28
Gambar 3.3 Variasi ukuran sel trombosit normal.	29
Gambar 3.4 Variasi ukuran sel trombosit raksasa (<i>giant platelet</i>).....	30
Gambar 3.5 Variasi jenis dan ukuran sel leukosit dalam satu kelas	30
Gambar 3.6 Diagram alir persiapan sampel preparat hapusan darah tepi.....	31
Gambar 3.7 Sampel darah pasien pada <i>vacuum tube</i> EDTA.	32
Gambar 3.8 Preparat hapusan darah tepi.....	33
Gambar 3.9 Bahan pengecatan preparat.....	34
Gambar 3.10 Preparat hapusan darah yang sudah dicat.....	35
Gambar 3.11 Mikroskop digital yang sudah terhubung dengan PC	36
Gambar 3.12 Ilustrasi arah pengambilan data citra pada hapusan darah tepi (McKenzie, 2014).	36
Gambar 3.13 citra sel darah merah menumpuk (<i>overlapping</i>).	37
Gambar 3.14 citra sel darah berongga-rongga	37
Gambar 3.15 Citra hapusan darah tepi yang benar.	38
Gambar 3.16(a) Citra RGB sel (b) Citra sel pada komponen warna <i>red</i> (c) Citra sel pada komponen warna <i>green</i> (d) Citra sel pada komponen warna <i>blue</i>	41
Gambar 3.17 (a) Citra CIELab sel (b) Citra sel pada komponen <i>Lightness</i> (c) Citra sel pada komponen warna <i>a</i> (d) Citra sel pada komponen warna <i>b</i>	42
Gambar 3.18 (a) Citra RGB sel pada komponen warna <i>red</i> (b) Citra RGB sel pada komponen warna <i>green</i> (c) Citra hasil pengurangan nilai komponen <i>red</i> dan <i>green</i> (RG).	43
Gambar 3.19 (a) Citra sel pada komponen warna <i>Lightness</i> (b) Citra sel pada komponen warna <i>a</i> (c) Citra hasil pengurangan nilai komponen (AL).....	43
Gambar 3.20 Nilai <i>gray level</i> (a) <i>giant platelet</i> dan (b) <i>erythrocyte</i> dan histogram citra AL	44
Gambar 3.21 Histogram citra AL.....	45

Gambar 3.22 (a) Citra asli RGB (b) Citra tekstur AL	45
Gambar 3.23 Struktur jaringan syaraf tiruan	49
Gambar 4.1 Citra asli hapusan darah tepi yang digunakan	54
Gambar 4.2 Data set variasi (a) sel leukosit, (b) sel trombosit normal dan (c) sel trombosit raksasa (<i>giant platelet</i>).	55
Gambar 4.3 (a) Citra RGB sel (b) Citra sel pada komponen warna <i>red</i> (c) Citra sel pada komponen warna <i>green</i> (d) Citra sel pada komponen warna <i>blue</i>	56
Gambar 4.4 Hasil citra segmentasi (a) citra RG, (b) citra RB, (c) citra GR, (d) citra GB, (e) citra BR dan (f) citra BG	57
Gambar 4.5 Hasil citra RGB menjadi citra XYZ menjadi citra Lab	58
Gambar 4.6 (a) Citra CIELab sel (b) Citra sel pada komponen <i>Lightness</i> (c) Citra sel pada komponen warna <i>a</i> (d) Citra sel pada komponen warna <i>b</i>	59
Gambar 4.7 Hasil citra segmentasi (a) citra LA, (b) citra LB, (c) citra AL, (d) citra AB, (e) citra BL dan (f) citra BA.....	60
Gambar 4.8 Nilai <i>gray level</i> (a) <i>giant platelet</i> dan (b) <i>erythrocyte</i> dan histogram citra AL.....	61
Gambar 4.9 Histogram citra AL	62
Gambar 4.10 Data tekstur sel <i>giant platelet</i> (atas) dan <i>normal platelet</i> (bawah)..	62
Gambar 4.11 Data tekstur sel leukosit berdasarkan jenisnya.	63
Gambar 4.12 (a) citra asli RGB, (b) citra RG, (c) citra BG, (d) citra AL, (e) citra AB.....	64
Gambar 4.13 Nilai fitur glcm sudut 0° pada tiap sel darah.	65
Gambar 4.14 Presentase akurasi jenis citra berdasarkan <i>learning rate</i> α	71
Gambar 4.15 Perbandingan akurasi kedua metode berdasarkan jenis citra.	75
Gambar 4.16 Akurasi metode berdasarkan jenis citra pada sel leukosit	76
Gambar 4.17 Akurasi metode berdasarkan jenis citra pada sel trombosit normal.	77
Gambar 4.18 Akurasi metode berdasarkan jenis citra pada sel trombosit raksasa.	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan warna sel dengan <i>Romanowsky stain</i> (Bain, 2014)	9
Tabel 2.2 Karakteristik bermacam tipe sel darah putih(Rodak and Carr, 2017)...	11
Tabel 2.3 <i>Confusion Matrix</i>	24
Tabel 3.1 Hasil konversi citra RGB ke citra XYZ dan citra CIELab	39
Tabel 4.1 Presentase pengenalan data berdasarkan nilai k	66
Tabel 4.2 Hasil Klasifikasi Leukocyte dengan nilai k = 1	67
Tabel 4.3 Hasil Klasifikasi Leukocyte dengan nilai k = 9	68
Tabel 4.4 Hasil Klasifikasi <i>Normal Platelet</i> dengan nilai k = 1	68
Tabel 4.5 Hasil Klasifikasi <i>Normal Platelet</i> dengan nilai k = 9	69
Tabel 4.6 Hasil Klasifikasi <i>Giant Platelet</i> dengan nilai k = 1	69
Tabel 4.7 Hasil Klasifikasi <i>Giant Platelet</i> dengan nilai k = 9	70
Tabel 4.8 Presentase akurasi dalam klasifikasi dan mengenali sel menggunakan <i>Backpropagation</i>	72
Tabel 4.9 Hasil Klasifikasi <i>Leukocyte</i> berdasarkan citra menggunakan <i>Backpropagation</i>	73
Tabel 4.10 Hasil Klasifikasi <i>Normal Platelet</i> berdasarkan citra menggunakan <i>Backpropagation</i>	73
Tabel 4.11 Hasil Klasifikasi <i>Giant Platelet</i> berdasarkan citra menggunakan <i>Backpropagation</i>	74
Tabel 5.1 Nilai Fitur GLCM berdasarkan kelas sel pada citra BG	85
Tabel 5.2 Nilai Fitur GLCM berdasarkan kelas sel pada citra RG	85
Tabel 5.3 Nilai Fitur GLCM berdasarkan kelas sel pada citra AL	86
Tabel 5.4 Nilai Fitur GLCM berdasarkan kelas sel pada citra AB	86

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Darah merupakan elemen penting yang menunjang hidup manusia. Darah sendiri terdiri dari plasma darah dan tiga tipe sel darah (sel darah merah, sel darah putih dan trombosit). Pemeriksaan darah lengkap adalah prosedur paling umum yang dilakukan untuk mendiagnosis suatu penyakit. Pemeriksaan darah lengkap (*Full Blood Count*) merupakan jenis pemeriksaan yang memberikan informasi tentang jumlah sel-sel darah. Perhitungan jumlah sel darah berfungsi untuk menunjukkan status kesehatan pasien, kelainan sel darah dan ada tidaknya infeksi pada pasien.

Selama ini pemeriksaan sel darah yang sering mendapat perhatian adalah sel darah merah (eritrosit) dan sel darah putih (leukosit). Hal itu terjadi karena banyaknya penyakit yang sering dikaitkan pada kedua tipe sel darah tersebut. Pada eritrosit misalnya, eritrosit selalu dikaitkan pada penyakit anemia. Anemia merupakan penyakit yang disebabkan oleh menurunnya jumlah sel eritrosit atau kandungan Hemoglobin (Hb) dalam darah. Sel leukosit merupakan bagian dari sistem kekebalan tubuh kita. Oleh karena itu, peningkatan sel leukosit dikaitkan dengan ada atau tidaknya infeksi yang disebabkan oleh bakteri atau virus pada tubuh kita. Peningkatan sel leukosit juga bisa disebabkan oleh adanya kelainan sumsum tulang (*bone marrow*) dalam memproduksi sel darah putih hingga tidak terkendali. Peningkatan jumlah sel leukosit tak terkendali disebut sebagai penyakit leukemia atau kanker darah.

Namun pemeriksaan sel trombosit (*platelet*) juga sangat penting. Sel trombosit berfungsi dalam membantu proses pembekuan darah. Jumlah trombosit dalam darah juga mempengaruhi ada tidaknya pendarahan dalam tubuh kita. Sama halnya dengan kedua tipe sel darah yang lain, sel trombosit juga memungkinkan untuk terjadi kelainan. Kelainan itu bisa disebabkan oleh jumlah trombosit maupun bentuk morfologi dari sel trombosit. Trombositopenia merupakan istilah medis yang digunakan untuk menggambarkan terjadinya penurunan jumlah trombosit

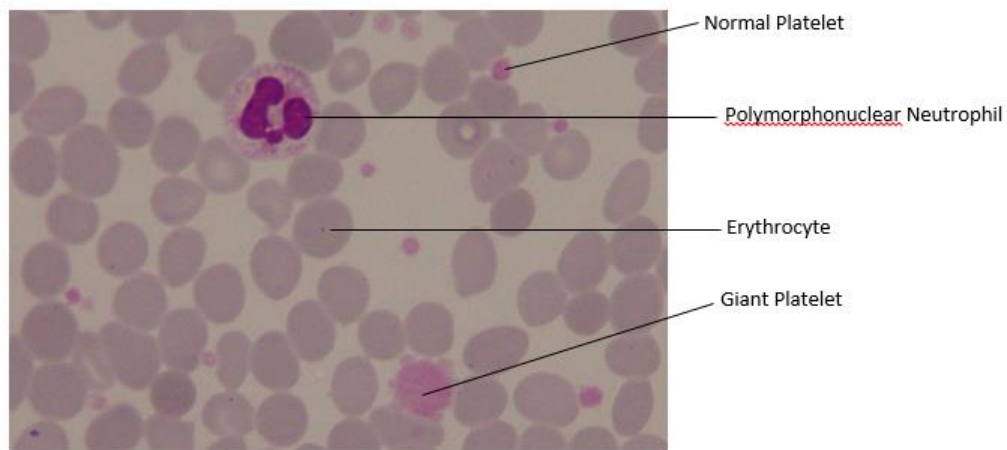
jauh dari nilai normal. Sedangkan trombositosis merupakan istilah medis yang digunakan untuk menggambarkan peningkatan jumlah trombosit melebihi nilai normal. Salah satu contoh kelainan sel trombosit berdasarkan jumlah adalah *Essential Thrombocythemia*.

Essential thrombocythemia (ET) merupakan salah satu kelompok penyakit *Myeloproliferative Neoplasms* (MPNs) dimana sumsum tulang (*bone marrow*) memproduksi trombosit secara berlebihan (Silver et al., 2013). Peningkatan atau penurunan jumlah trombosit yang salah dapat dipengaruhi oleh keberadaan *giant trombosit*, fragmentasi sel darah merah, fragmen sitoplasma, cryoglobulin, bakteri atau jamur dan lipid (Kottke-Marchant and Davis, 2012). Pada pasien ET biasanya terjadi peningkatan *anisocytosis* trombosit dan biasanya ditemukan trombosit dalam bentuk yang besar (Bain, 2014). Sehingga dalam situasi patologis pada sindrom myeloproliferatif atau myelodysplastic, harus diperhatikan beberapa giant trombosit sebesar sel darah putih yang tidak teridentifikasi dan terkadang dihitung sebagai sel eritrosit atau sel leukosit (Kottke-Marchant and Davis, 2012). Sedangkan kelainan morfologi trombosit lainnya yang dapat diamati misalnya trombosit kecil pada sindrom Wiskott-Aldrich, trombosit raksasa (*giant platelet*) pada beberapa penyakit myeloproliferatif kronis, sindrom Benard Soulier dan *macrothrombocytopenia* pada sindrom trombosit abu-abu (Kottke-Marchant and Davis, 2012).

Sama halnya dengan pemeriksaan pada sel eritrosit dan leukosit, pemeriksaan trombosit juga dilakukan dengan cara *full blood count* (FBC) dan pemeriksaan mikroskopis untuk menunjang diagnosis klinis. Parameter FBC yang dicetak adalah jumlah sel darah merah, sel darah putih dan trombosit yang didapatkan dari sebuah *hematology analyzer* (Wahed and Dasgupta, 2015). Permasalahan yang biasa terjadi pada analisis perhitungan otomatis FBC adalah tidak terdeteksinya abnormalitas bentuk morfologi trombosit sehingga dibutuhkan pemeriksaan mikroskopis menggunakan *peripheral blood smear* (hapusan darah tepi). Pemeriksaan mikroskopis dilakukan oleh seorang analis medis/ahli patologi dimana preparat hapusan darah tepi diberikan sebuah pewarnaan *Giemsa stain*. Namun pemeriksaan mikroskopis juga memiliki beberapa kekurangan seperti bersifat subyektif, bergantung pengalaman dan beban kerja analis medis/ahli

patologi. Dikarenakan pengerjaan pemeriksaan mikroskopis bersifat manual maka dibutuhkan suatu sistem otomatis yang dapat klasifikasi trombosit secara akurat yang dapat membantu proses diagnosis.

Penelitian menggunakan citra preparat hapusan darah mempunyai beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu kondisi pencahayaan, pewarnaan dan ketebalan hapusan sehingga menghasilkan perbedaan pencahayaan dan distribusi warna pada citra. Masalah tersebut menyebabkan proses klasifikasi menjadi sulit, karena warna trombosit yang akan disegmentasi mirip dengan warna leukosit seperti yang terlihat pada Gambar 1.1. Gambar tersebut menunjukkan kemiripan warna. Warna yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh kepekatan darah dan juga kepekatan saat pengecatan preparat hapusan darah tepi.



Gambar 1.1 Citra hapusan darah tepi

Penelitian terkait tentang citra mikroskopik yang digunakan adalah penelitian segmentasi otomatis sel nucleus dan deteksi leukemia akut pada citra mikroskopik darah. Pada penelitian itu, dilakukan proses konversi dari citra warna RGB pada ruang warna Lab. Pada dasarnya ruang warna adalah teknik representasi warna yang pada dasarnya digunakan untuk mengurangi dimensi warna dari tiga menjadi dua dibandingkan dengan RGB (Mohapatra and Patra, 2010). Penelitian mengenai analisis tekstur citra dilakukan menggunakan metode *gray level co-occurrence matrix* (GLCM) sebagai metode statistic yang efektif dalam menganalisis tekstur citra. Penelitian acuan yang digunakan adalah penelitian pemanfaatan fitur GLCM seperti angular second moment, entropi, kontras dan

korelasi yang mampu menganalisis perbedaan tekstur pada citra hapusan darah tebal untuk identifikasi *Plasmodium falciparum* (Rahmanti et al., 2016). Pada penelitian itu, dibandingkan tiga buah metode pengenalan yaitu KNN (*K-Nearest Neighbor*), Backpropagation dan LVQ (*Learning Vector Quantization*) yang masing-masing mempunyai rata-rata akurasi sebesar KNN 84.67%, Backpropagation 82.67% dan LVQ 79.34%.

1.2 Rumusan Masalah

Analisis perhitungan otomatis FBC hanya mampu menghitung jumlah namun tidak mampu mendeteksi abnormalitas morfologi trombosit sehingga beberapa giant trombosit sebesar sel darah putih tidak teridentifikasi dan sering dihitung sebagai sel eritrosit atau sel leukosit. Kurang akurasi FBC dalam mengklasifikasikan sel darah membuat pemeriksaan mikroskopis *peripheral blood smear* (hapusan darah tepi) dibutuhkan. Namun pemeriksaan mikroskopis tersebut dilakukan secara manual oleh analis medis/ahli patologi yang sifatnya subyektif dan tidak konsisten bergantung pada pengalaman dan beban kerja dari analis medis/ahli patologi sendiri maka diperlukan sebuah sistem klasifikasi sel trombosit secara otomatis dan akurat yang dapat membantu proses diagnosis.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengklasifikasi sel trombosit pada hapusan darah secara otomatis sehingga membantu proses diagnosis penyakit.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini membahas tentang klasifikasi sel trombosit khususnya untuk mendeteksi abnormalitas sel trombosit.
2. Sel lain yang ikut dalam metode klasifikasi adalah 5 jenis sel darah putih yaitu Eosinofil, Limfosit, Monosit, Polymorfonuclear Neutrofil, dan Band Neutrofil. Basofil tidak dimasukkan karena pada hitungan

FBC (perhitungan darah lengkap) jumlah basophil pada pasien cenderung kecil sehingga sulit ditemukan.

3. Proses *cropping* dilakukan secara manual untuk mendapatkan ROI (*Region of Interest*)
4. Data citra diambil sendiri oleh penulis menggunakan mikroskop digital yang dimiliki oleh Laboratorium Bio-Sains Politeknik Negeri Jember.
5. Preparat hapusan darah tepi diperoleh di RSI Siti Hajar Sidoarjo, Klinik Parahita Jember dan Klinik Parahita Surabaya.

1.5 Kontribusi

Kontribusi dari penelitian ini adalah membantu analis medis atau dokter patologi klinik sebagai pedoman sekaligus mempermudah diagnosis citra preparat hapusan darah tepi untuk abnormalitas trombosit

1.6 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, tahapan awal yang dilakukan adalah proses *pengecropsan* dari citra hapusan darah. Kemudian dilakukan proses konversi ke ruang warna RGB ke ruang warna Lab. Langkah selanjutnya dilakukan proses segmentasi citra menggunakan pengurangan komponen warna untuk memisahkan obyek sel dengan background (*erythrocytes*). Kemudian citra segmentasi tersebut diekstraksi fitur berdasarkan tekstur menggunakan *gray level co-occurrence matrix* (GLCM) sehingga didapatkan fitur berupa *Angular Second Moment* (ASM), *Invers Different Moment* (IDM), dan entropi. Ketiga fitur tersebut juga diambil dengan 4 sudut yaitu 0° , 45° , 90° dan 135° sehingga ada 12 fitur yang akan menjadi inputan metode klasifikasi. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu backpropagation.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 State of the Art

Penelitian terkait tentang citra mikroskopik yang digunakan adalah penelitian segmentasi otomatis sel nucleus dan deteksi leukemia akut pada citra mikroskopik darah. Pada penelitian itu, dilakukan proses konversi dari citra warna RGB pada ruang warna Lab. Pada dasarnya ruang warna adalah teknik representasi warna yang pada dasarnya digunakan untuk mengurangi dimensi warna dari tiga menjadi dua dibandingkan dengan RGB (Mohapatra and Patra, 2010). Penelitian mengenai analisis tekstur citra dilakukan menggunakan metode grey level co-occurrence matrix (GLCM) sebagai metode statistic yang efektif dalam menganalisis tekstur citra. Penelitian acuan yang digunakan adalah penelitian pemanfaatan fitur GLCM seperti angular second moment, entropi, kontras dan korelasi yang mampu menganalisis perbedaan tekstur pada citra hapusan darah tebal untuk identifikasi *Plasmodium falciparum* (Rahmanti et al., 2016). Pada penelitian itu, dibandingkan tiga buah metode pengenalan yaitu KNN (*K-Nearest Neighbor*), Backpropagation dan LVQ (*Learning Vector Quantization*) yang masing-masing mempunyai rata-rata akurasi sebesar KNN 84.67%, Backpropagation 82.67% dan LVQ 79.34%.

2.2 Hematology

Hematologi adalah cabang ilmu kedokteran yang mempelajari gangguan penyakit yang berhubungan dengan darah dan sumsum tulang (*bone marrow*) (Turgeon, 2012). Pada orang dewasa normal mempunyai 6 liter darah yang memenuhi 7% sampai 8% dari total berat badan. Volume darah sendiri terdiri dari 55% plasma dan 45% volume terdiri dari eritrosit dan 1% volume terdiri dari leukosit dan trombosit (McKenzie, 2014).

Beberapa teknik modern yang dilakukan dalam membantu mendiagnosis di laboratorium hematologi yaitu diagnosis molekuler, *flow cell cytometry* dan pencitraan digital. Prosedur dasar yang dilakukan di laboratorium hematologi

adalah pemeriksaan darah lengkap (Full Blood Count) yang meliputi perhitungan jumlah sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) dan trombosit. Permasalahan yang biasa terjadi pada analisis perhitungan otomatis FBC adalah tidak terdeteksinya abnormalitas bentuk morfologi baik sel darah sehingga dibutuhkan pemeriksaan mikroskopis menggunakan *peripheral blood smear* (hapusan darah tepi). Pada pemeriksaan mikroskopis, dibutuhkan preparat hapusan darah tepi yang diambil dari darah pasien.

2.2.1 Pembuatan Preparat Hapusan Darah Tepi

Pembuatan hapusan darah tepi dilakukan dengan dua metode yaitu metode manual dan metode otomatis.

a. Metode manual

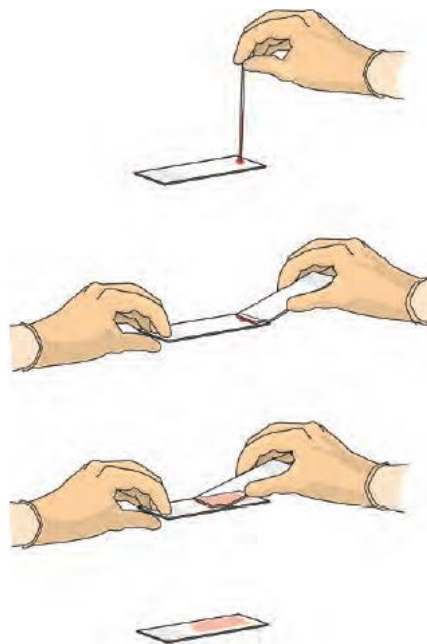
Terdapat dua metode manual dalam persiapan hapusan darah yaitu *coverglass smear* dan *wedge smear*. Metode *coverglass smear* menyediakan sebuah hapusan darah dengan pendistribusian leukosit. Namun teknik ini sulit dikuasai, rapuhnya coverglass dan sulitnya pewarnaan coverglass. Metode *wedge smear* merupakan metode umum yang digunakan di laboratorium walaupun pendistribusian leukosit (monosit dan neutrophil) tidak baik. Metode ini memiliki kelebihan yaitu mudah dikuasai, tidak rapuh dan dapat disimpan dalam waktu yang lama (McKenzie, 2014).

b. Metode otomatis

Metode otomatis juga berdasarkan metode *wedge smear*. Metode ini merupakan metode gabungan antara peralatan hematologi pembuatan hapusan darah dan pewarnaan. Keuntungan metode ini adalah meminimalisir paparan bahan biohazardous karena sistem tabung tertutup. Sistem tersebut membuat konsistensi hapusan darah meningkat dan meningkatnya area optimal perhitungan (McKenzie, 2014).

Karakteristik pembuatan hapusan darah yang optimal yaitu (1) panjang minimum 2.5 cm. (2) terjadi transisi bertahap dalam ketebalan hapusan darah. (3) tepi hapusan darah harus lurus. (4) tidak boleh terjadi coretan, gelombang atau

lembah pada hapusan darah (McKenzie, 2014). Proses pembuatan hapusan darah dapat dilihat pada Gambar 2.1 Pewarnaan yang digunakan pada klasifikasi morfologi sel darah adalah tipe pewarnaan *Romanowsky*. Pewarnaan *Romanowsky* adalah gabungan *methylene blue* dan *eosin* sehingga nucleus leukosit dan granula neutrophil berwarna ungu dan erirosit berwarna jingga kemerahan (Bain, 2014). Pewarnaan lain yang digunakan adalah Wright, Wright-Giemsa, Leishman, May-Grundwald dan pewarnaan Jenner (McKenzie, 2014). Tabel 2.1 menunjukkan perbedaan warna sel dengan pewarnaan *Romanowsky*.



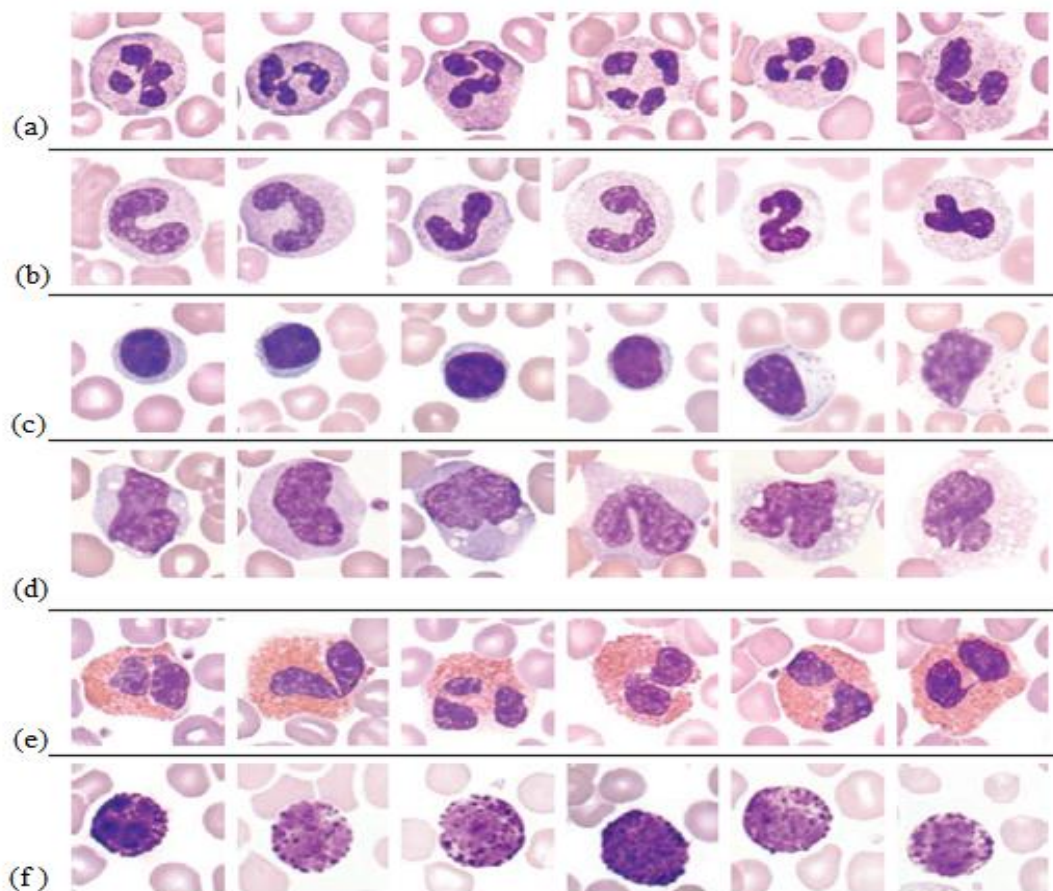
Gambar 2.1 Pembuatan hapusan darah (Bain, 2014)

Tabel 2.1 Perbedaan warna sel dengan *Romanowsky stain* (Bain, 2014)

Komponen sel	Warna
Sitoplasma limfosit	Biru
Sitoplasma monosit	Biru keabuan
Sitoplasma Basofil	Biru tua
Spesifik granula netrofil, limfosit dan trombosit	Ungu muda atau merah muda
Granula basofil	Ungu tua
Granula eosinophil	Jingga
Sel darah merah	Merah muda

2.2.2 Sel Darah Putih (*Leukocytes*)

Sel darah putih diproduksi dari pluripotential hematopoietic stem cell (HSC) pada sumsum tulang (*bone marrow*) (McKenzie, 2014). Leukosit merupakan bagian dari sistem kekebalan tubuh. Jumlah sel leukosit akan meningkat jika terjadi pembengkakan atau infeksi yang disebabkan oleh bakteri dan virus. Pada pemeriksaan hapusan darah tepi pada anak-anak dan dewasa terdapat 6 jenis leukosit yang normalnya ditemukan yaitu *polymorphonuclear neutrophil* (PMN), *band neutrophil*, *eosinophil*, *basophil*, *monocyte* dan *lymphocyte* seperti pada Gambar 2.2. Proses pewarnaan yang dilakukan biasanya menggunakan *Wright* atau *Romanowsky* untuk mewarnai komponen darah dan hapusan sumsum tulang pada preparat. Komponen utama pewarnaan itu adalah *methylene blue* dan *eosin* dimana elemen dasar sel akan bereaksi dengan zat asam dari eosin dan zat asam elemen sel akan bereaksi dengan pewarna pada *methylene blue*.



Gambar 2.2 Variasi bentuk sel leukosit (Rodak and Carr, 2017).

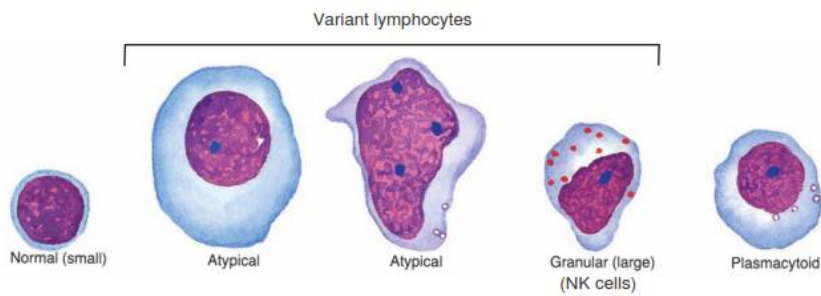
Pada Gambar 2.2 (a) bentuk sel neutrofil tersegmentasi (*polymorphonuclear neutrophil* atau PMN), (b) bentuk sel band neutrophil, (c) bentuk sel limfosit, (d) bentuk sel monosit, (e) bentuk sel eosinophil, dan (f) bentuk basofil (Rodak and Carr, 2017). Tabel 2.2 menunjukkan perbedaan antara sel-sel leukosit.

Tabel 2.2 Karakteristik bermacam tipe sel darah putih(Rodak and Carr, 2017).

Tipe Sel	Ukuran Sel (μm)	Nukleus	Sel x $10^9/\text{L}$
Neutrofil Tersegmentasi (<i>Polymorphonuclear</i> atau PMN)	10 - 15	Terdiri dari 2 sampai 5 lobus yang dihubungkan oleh filament tipis tanpa kromatin.	2.3 - 8.1
Neutrofil Pita (<i>Band Neutrophil</i>)	10 - 15	Terbatas, namun terlihat benang kromatin.	0.0 – 0.6
Limfosit (Lymph)	7 – 18*	Berbentuk bulat agak oval, mungkin sedikit menekuk.	0.8 – 4.8
Monosit (Mono)	12 - 20	Bervariasi, mungkin bulat, tapal kuda atau berbentuk ginjal dan membentuk lipatan “brainlike convolution”	0.5 – 1.3
Eosinofil (Eos)	12 - 17	Terdiri dari 2 sampai 3 lobus yang terhubung oleh filament tipis tanpa kromatin	0.0 – 0.4
Basofil (Baso)	10 - 14	Biasanya terdiri dari 2 lobus yang dihubungkan oleh filament tipis tanpa kromatin	0.0 – 0.1

*Perbedaan dalam ukuran dari kecil hingga limfosit besar terjadi karena banyak atau tidaknya sitoplasma.

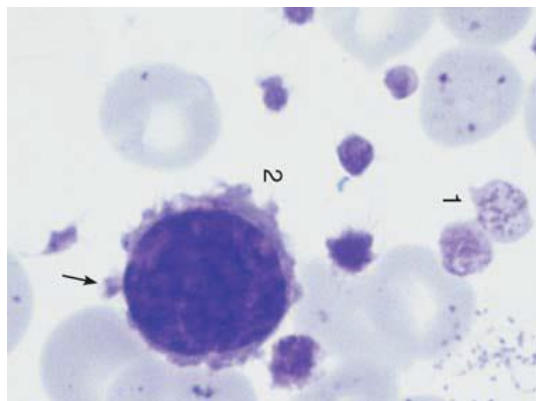
Secara umum limfosit dewasa dibedakan menjadi dua yaitu limfosit besar dan kecil. Ukuran *small lymphocyte* yaitu 6-9 μm dan *large lymphocyte* yaitu 17-20 μm . Sel limfosit mempunyai beberapa variasi bentuk yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Variasi dikenal oleh beberapa nama termasuk *atypical lymphocytes*, *downey cells*, reaktif atau limfosit transformasi. *lymphocytoid* atau *plasmacytoid lymphocytes* dan *virocytes* (Turgeon, 2012).



Gambar 2.3 Variasi morfologi sel limfosit (Turgeon, 2012).

2.2.3 Trombosit (*Platelet*)

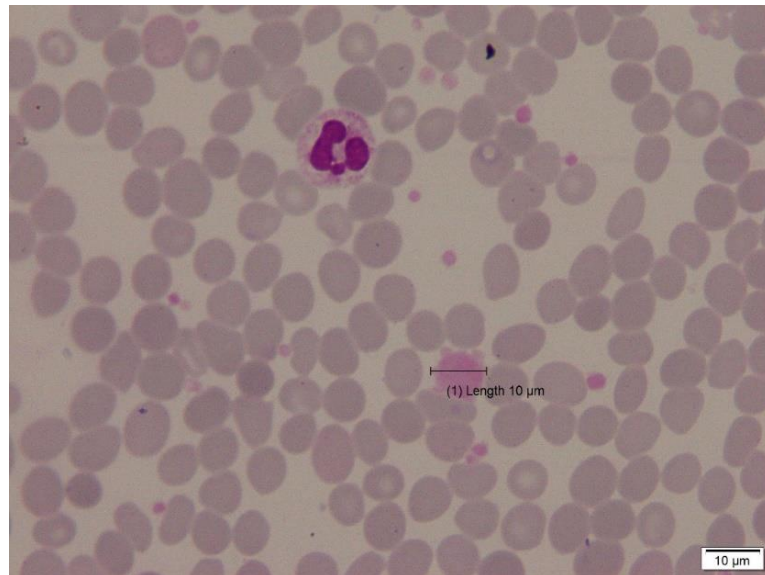
Megakaryosit merupakan sel raksasa yang berfungsi sebagai pembentuk trombosit. Megakaryosit dapat masuk pada aliran darah hanya bersifat patologis pada penyakit myeloproliferatif atau leukemia akut. Megakaryosit menunjukkan terjadi perbedaan pada trombosit. Peningkatan megakaryosit dan pelepasan trombosit dilakukan terjadi ketika pendarahan pada pasien *Essential Thrombocythemia* (ET). Gambar 2.4 menunjukkan trombosit raksasa (1) dan nukleus micro (mega) karyosit (2).



Gambar 2.4 Trombosit dan megakaryosit (Theml et al., 2004)

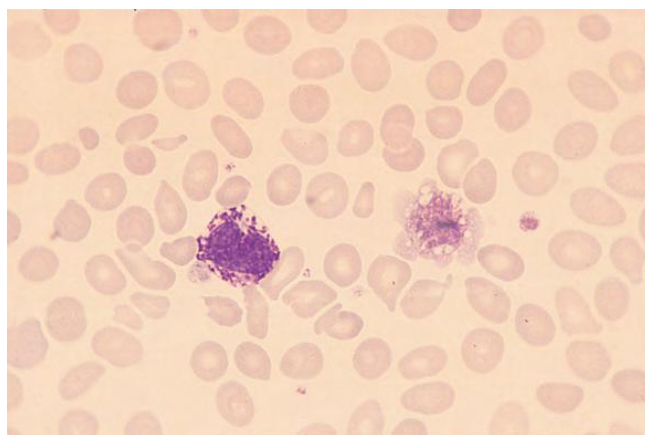
Trombosit dewasa berukuran dengan rentang 1-4 μm dan tidak mempunyai nucleus (Young and Poulsen, 2014). Ukuran trombosit muda lebih besar bila dibandingkan dengan trombosit tua yang cenderung lebih kecil. Ukuran trombosit dapat dinilai dengan membandingkan diameter eritrosit atau menggunakan sebuah micrometer ocular seperti pada gambar 2.5. Variasi ukuran trombosit dapat dideteksi saat pemeriksaan mikroskopis menggunakan *peripheral*

blood smear. Peningkatan ukuran tersebut biasanya terjadi pada kelainan kongenital trombopoiesis tertentu dan pada keadaan penyakit tertentu (Bain, 2014).



Gambar 2.5 Pengukuran trombosit menggunakan micrometer ocular.

Trombosit besar jika diameternya lebih dari 4 μm merujuk pada *macrothrombocytes*. Trombosit yang sangat besar dengan diameter serupa dengan eritrosit atau limfosit sering disebut sebagai trombosit raksasa (*giant platelet*) seperti pada Gambar 2.6. Gambar tersebut menunjukkan bahwa *giant platelet* mempunyai diameter sebesar sel basophil dalam hapusan darah pasien *primary myelofibrosis*. Pada hapusan darah, normalnya trombosit berjumlah 8-15 per lapang pandang menggunakan perbesaran 1000x dalam keadaan tersebar atau berkelompok (Theml et al., 2004).



Gambar 2.6 *Giant platelet* pada pasien *primary myelofibrosis* (Bain, 2014)

2.3 Penyakit Akibat Kelainan Trombosit

Beberapa kelainan morfologi trombosit lainnya yang dapat diamati misalnya trombosit kecil pada sindrom Wiskott-Aldrich, trombosit raksasa (*giant platelet*) pada beberapa penyakit myeloproliferatif kronis, sindrom Benard Soulier dan *macrothrombocytopenia* pada sindrom trombosit abu-abu (Kottke-Marchant and Davis, 2012). Kelainan trombosit raksasa termasuk dalam kelompok *inherited giant platelet disorders*.

2.3.1 *Inherited Giant Platelet Disorders* (IGPDs)

Inherited giant platelet disorders (IGPDs) adalah kelompok kelainan langka yang ditandai dengan trombositopenia, trombosit besar dan gejala pendarahan yang bervariasi. Diagnosis dari IGPDs tidak selalu mudah dan dicari sejarah pada keluarga pasien. Mode pewarisan sangat bermanfaat dalam diagnosis banding. IGPDs diklasifikasikan menjadi 4 group yaitu kelompok pertama berdasarkan kerusakan structural abnormalitas glikoprotein, kelompok kedua berdasarkan abnormalitas morfologi seperti inklusi neutrophil, kelompok ketiga berdasarkan manifestasi sistemik dan kelompok keempat berdasarkan abnormalitas yang tidak spesifik. Berikut akan dijelaskan secara singkat rangkuman singkat tentang empat group *inherited giant platelet disorders*.

Kelompok pertama berdasarkan kerusakan structural akibat keabnormalitas glikoprotein yang ditandai adanya *thrombocytopenia*, *giant platelet* dan gejala pendarahan. Dari hapusan darah tepi ditemukan adanya trombosit raksasa (*giant platelet*). Contohnya adalah *Bernard-Soulier syndrome*, *Velocardiofacial Syndrome*, *Abnormal surface Glycoprotein* dan *Mitral Valve Insufficiency*, *Macrothrombocytopenia*, *Montreal Platelet Syndrome* dan *Gray Platelet Syndrome*. Kelompok kedua berdasarkan abnormalitas morfologi seperti inklusi neutrophil yang ditandai *thrombocytopenia*, *giant platelet* dan gejala pendarahan ringan. Contohnya adalah *May-Hegglin anomaly* dan *Sebastian syndrome*. Kelompok ketiga berdasarkan manifestasi sistemik yang ditandai *thrombocytopenia* ringan, *giant platelet*, dan gangguan sistemik seperti pendarahan diathesis ringan pada nephritis, gangguan pendengaran dan katarak. Contohnya

adalah *Hereditary macrothrombocytopenia*, *Epstein syndrome*, *Fechtner syndrome*. Kelompok keempat berdasarkan tidak adanya abnormalitas yang spesifik namun hanya terjadi *thrombocytopenia* ringan, *giant platelet* dan tanpa gejala pendarahan. Contohnya adalah *Mediterranean macrothrombocytopenia* (Mhawech and Saleem, 2000).

2.3.2 *Essential Thrombocythemia (ET)*

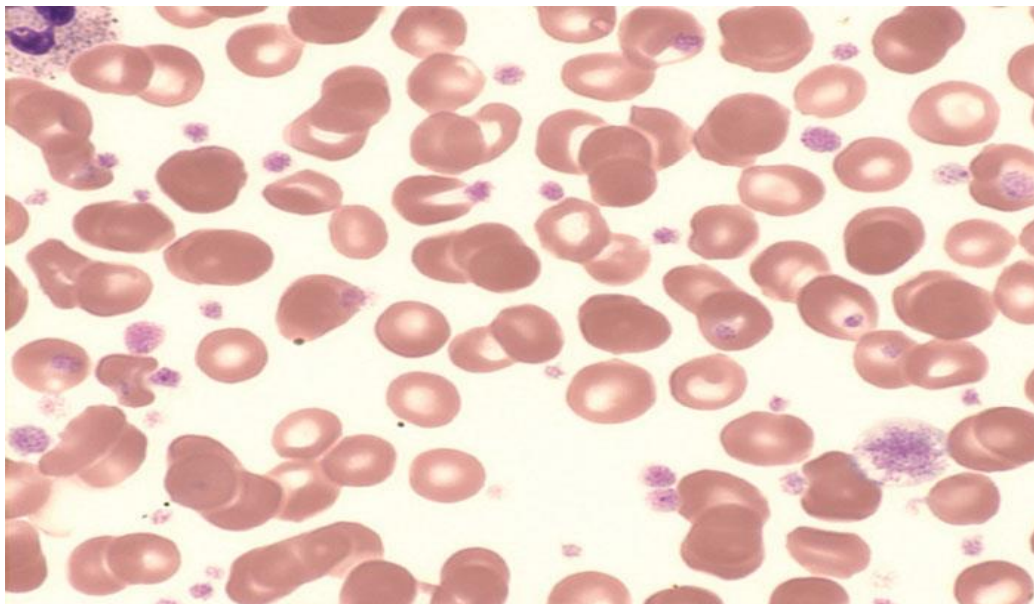
Pada dasarnya, terdapat dua kelompok kondisi yang ditandai dengan peningkatan jumlah trombosit yaitu *thrombocytosis* untuk peningkatan yang bersifat tidak ganas dan *thrombocythemia* untuk peningkatan yang bersifat ganas (Beck, 2009a). *Essential Thrombocythemia* (ET) pertama kali dikenalkan oleh Emil Epstein dan Alfred Goedel dengan nama *hemorrhagic thrombocythemia* pada tahun 1934. Pada tahun 1951, ET juga dirujuk sebagai *megakaryocytic leukemia* oleh Dameshek yang kemudian diklasifikasikan sebagai salah satu penyakit *myeloproliferative disorder* (MPD). Tahun 1970an, ET juga digolongkan kedalam *polycythemia vera study group* (PVSG) dan penemuan mutasi V617F pada gen Janus Kinase 2 (JAK2) ditemukan pada 50% pasien ET pada tahun 2005 (Melo and Goldman, 2007).

ET sering disebut penyakit asimtomatik dimana pasien tidak menyadari gejala penyakit. Gejala yang muncul diklasifikasikan menjadi dua yaitu *vasomotor symptoms/microcirculatory symptoms* (tidak berbahaya) dan gejala yang berakibat fatal (Melo and Goldman, 2007). Sebanyak 30-50% pasien ET mengalami *vasomotor symptoms* seperti sakit kepala, gejala penglihatan, pusing, nyeri dada tipikal, *acral dysesthesia*, *erythromelalgia* dan peningkatan resiko keguguran trimester pertama pada wanita (Michelson, 2013). Sedangkan gejala yang berakibat fatal seperti *thrombosis*, pendarahan dan transformasi penyakit menjadi *myelofibrosis* *myeloid metaplasia* (MMM) atau *acute myeloid leukemia* (AML)(Melo and Goldman, 2007)(Michelson, 2013). Penyakit ET umumnya terjadi pada orang dewasa dan usia lanjut namun kasus tersebut juga bisa terjadi pada usia remaja bahkan anak-anak (Bain, 2014). Beberapa metode yang dilakukan dalam mendiagnosis ET adalah *full blood count* (FBC) dan pemeriksaan

mikroskopik. Citra mikroskopis penyakit *Essential Thrombocythemia* ditunjukkan pada Gambar 2.7.

Pada pemeriksaan FBC, beberapa kriteria yang ditemui pada pasien ET sebagai berikut :

1. Terjadi peningkatan jumlah trombosit dimana trombosit ditemukan dalam berbagai macam ukuran dan bentuk yang besar.
2. Terkadang juga terjadi peningkatan jumlah leukosit dimana umumnya basofil *leukocytosis* pada semua penyakit myeloproliferatif kronis.
3. Nilai hemoglobin, hematokrit dan jumlah eritrosit beragam serta umumnya terjadi anemia berupa *microcytic* karena kekurangan zat besi atau *macrocytic* karena peningkatan folat (Beck, 2009a).



Gambar 2.7 Hapusan darah tepi pasien *essential thrombocythemia* (Young and Poulsen, 2014)

2.4 Ruang warna Lab

Ruang Warna $L^* a^* b^*$ atau yang dikenal dengan CIELAB adalah ruang warna yang paling lengkap yang ditetapkan oleh Komisi Internasional tentang iluminasi warna (French Commision Internationale de l'eclairage, dikenal sebagai CIE). Ruang warna ini mampu menggambarkan semua warna yang dapat dilihat dengan mata manusia dan seringkali digunakan sebagai referensi ruang warna.

Langkah pertama yang dilakukan yaitu melakukan proses konversi dari ruang warna RGB menuju ruang warna XYZ. Perhitungan konversi ruang warna dari RGB ke XYZ berdasarkan pada persamaan berikut ini :

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.6070 & 0.1734 & 0.2 \\ 0.2990 & 0.5864 & 0.1146 \\ 0 & 0.0661 & 1.1175 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Selanjutnya dari ruang peralihan XYZ diubah ke ruang warna CIELab dengan persamaan sebagai berikut ini :

$$L^* = \begin{cases} 116 \times f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16 & \text{untuk } \frac{Y}{Y_n} \leq 0.008856 \\ 903.3 \times f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) & \end{cases} \quad (2.3)$$

$$a^* = 500 \times \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right] \quad (2.4)$$

$$b^* = 200 \times \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right] \quad (2.5)$$

$$f\left(\frac{A}{A_n}\right) = \begin{cases} \sqrt[3]{\frac{A}{A_n}}, & \text{untuk } \frac{A}{A_n} > 0.008856 \\ 7.787 \left(\frac{A}{A_n}\right), & \text{untuk } \frac{A}{A_n} \leq 0.008856 \end{cases} \quad (2.6)$$

Dengan $A = X, Y, Z$ dan $A_n = X_n, Y_n, Z_n$. Nilai X_n, Y_n , dan Z_n adalah nilai tristimulus atau koordinat *chromatis* untuk menentukan posisi warna putih yang merupakan bentuk iluminasi citra. Nilai tristimulus tersebut adalah :

$$X_n = 1, \quad Y_n = 0.98072, \quad Z_n = 1.18225 \quad (2.7)$$

2.5 Ekstraksi Fitur

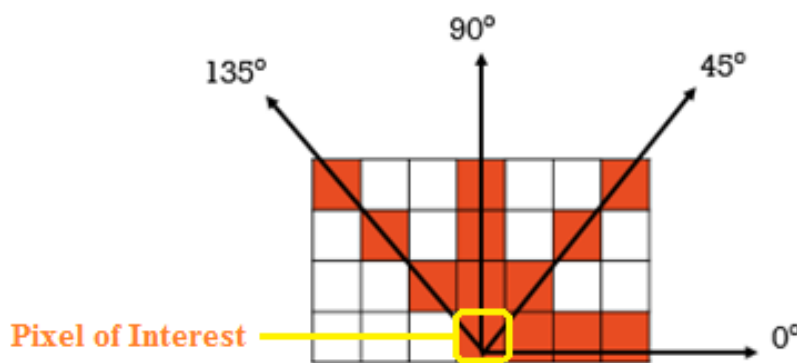
Ekstraksi fitur merupakan bagian terpenting dari analisis citra. Fitur adalah suatu karakteristik unik dari suatu obyek. Secara umum fitur citra diambil berdasarkan warna, bentuk dan tekstur. Tekstur merupakan keteraturan pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan piksel-piksel dalam citra digital. Keteraturan pola-pola tersebut muncul secara berulang-ulang dengan interval jarak dan arah tertentu. Ada dua syarat terbentuknya tekstur yaitu :

1. Adanya pola-pola primitif (berupa titik, garis lurus, garis lengkung, luasan dan lain-lain yang mendeskripsikan bentuk) yang terdiri dari satu atau lebih piksel.
2. Pola-pola primitif tersebut muncul secara berulang-ulang dengan jarak dan arah tertentu sehingga dapat ditemukan atau diprediksi karakteristik perulangannya (Wulan, 2015).

Salah satu metode untuk memperoleh fitur tekstur dengan cara metode statis. Metode statis menggunakan perhitungan statistika untuk membentuk fitur. Salah satu contoh metode statis adalah Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM).

2.5.1 *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)*

GLCM merupakan sebuah pendekatan untuk ekstraksi informasi teksur yang berhubungan dengan transisi level keabuan antara dua piksel menggunakan sebuah matriks co-occurrence. Matriks tersebut merepresentasikan frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak d dan arah sudut θ tertentu. Oleh karena itu, matrix memberikan informasi berbeda yang diperoleh dari perbedaan jarak antar piksel (Robert de Siqueira et al., 2013). Pada gambar 2.8 menunjukkan terdapat empat arah sudut θ untuk GLCM.



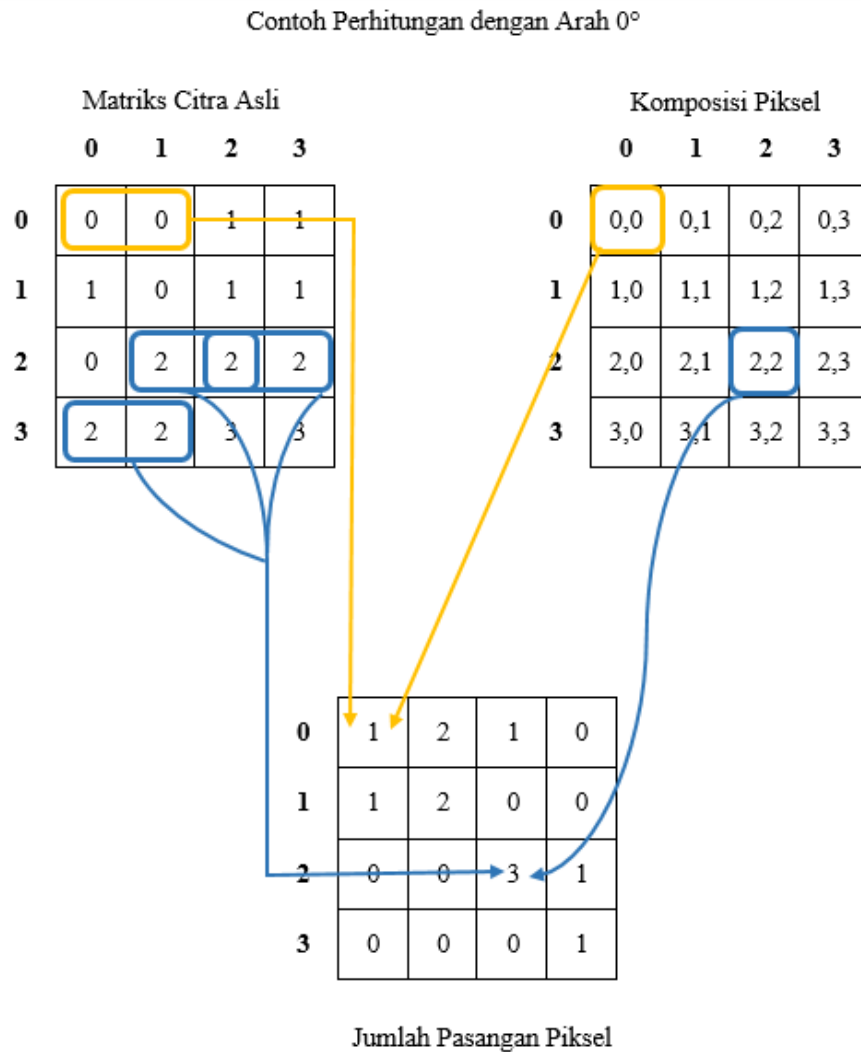
Gambar 2.8 Ilustrasi arah untuk GLCM berdasarkan sudut

Matriks *co-occurrence* $p(i_1, i_2)$ dihitung berdasarkan dua langkah sederhana sebagai berikut :

1. Menentukan jarak antara dua titik dalam arah vertikal dan horizontal (vektor $d = (dx, dy)$) dimana dx dan dy dinyatakan dalam piksel.

2. Menghitung pasangan piksel yang mempunyai nilai intensitas i_1 dan i_2 dan berjarak d piksel dalam citra. Kemudian hasil perhitungan setiap pasangan nilai intensitas diletakkan pada matriks $p(i_1, i_2)$ dimana nilai intensitas i_1 sebagai absis dan nilai intensitas i_2 sebagai ordinat.

Ilustrasi pada Gambar 2.9 menunjukkan proses perhitungan matriks *co-occurrence*



Gambar 2.9 Penentuan awal matriks GLCM berdasarkan pasangan dua piksel.

Matriks yang terbentuk pada Gambar 2.9 dinamakan *matrix framework*. Matriks tersebut perlu diolah agar menjadi matriks yang simetris dengan menambahkan matriks transposnya (Wulan, 2015). Untuk menghilangkan ketergantungan pada ukuran citra, maka nilai-nilai elemen pada matriks GLCM

perlu dinormalisasi sehingga bernilai 1 (Wulan, 2015). Proses tersebut ditunjukkan seperti pada Gambar 2.10

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 & 0 \\ 3 & 4 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

Transpos

$$\begin{bmatrix} \frac{2}{24} & \frac{3}{24} & \frac{1}{24} & \frac{0}{24} \\ \frac{3}{24} & \frac{4}{24} & \frac{0}{24} & \frac{0}{24} \\ \frac{1}{24} & \frac{0}{24} & \frac{6}{24} & \frac{1}{24} \\ \frac{0}{24} & \frac{0}{24} & \frac{1}{24} & \frac{2}{24} \end{bmatrix}$$

GLCM sebelum dinormalisasi

Gambar 2.10 Proses pembentukan matriks GLCM yang simetris

Setelah mendapatkan matriks GLCM yang simetris, langkah selanjutnya yaitu mendapatkan beberapa fitur GLCM yang sebagai berikut :

1. Angular Second Moment (ASM)

ASM (energy) berfungsi u/ mengukur keseragaman (homogeneity). ASM akan bernilai tinggi ketika nilai piksel mirip satu sama lain, sebaliknya jika bernilai kecil menandakan GLCM Normalisasi heterogen. Perhitungan nilai ASM dinyatakan pada persamaan 2.8

$$ASM = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L p(i,j)^2 \quad (2.8)$$

L menyatakan jumlah level yang digunakan untuk komputasi. $p(i,j)$ adalah matriks *co-occurrence* dari citra yang diekstraksi.

2. Invers Different Moment (IDM)

IDM juga berfungsi untuk mengukur homogenitas berfungsi u/ mengukur keseragaman (homogeneity). Nilai IDM akan bernilai tinggi jika semua piksel mempunyai nilai yang sama/seragam begitu pula dengan sebaliknya. Perhitungan nilai IDM dinyatakan menggunakan persamaan 2.9

$$IDM = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L \frac{p(i,j)}{1 + |i - j|} \quad (2.9)$$

3. Entropy

Entropi adalah ukuran ketidakaturan nilai keabuan pada citra. Nilainya tinggi jika elemen-elemen pada GLCM mempunyai Entropi akan bernilai tinggi ketika citra tidak seragam. Sedangkan nilainya rendah jika elemen-elemen pada GLCM mendekati nilai 0 atau 1. Entropi dinyatakan pada persamaan rumus 2.10

$$Entropi = - \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L p(i,j) \log(p(i,j)) \quad (2.10)$$

2.6 *K-Nearest Neighbor*

K-Nearest Neighbor (KNN) merupakan salah satu kelompok *instance-based learning* yang algoritmanya termasuk katagori *lazy learning*. Prinsip dasar KNN adalah mencari nilai K dimana nilai K adalah jumlah data terdekat (mirip) dari data baru atau data testing (Wu et al., 2008). Kedekatan jarak suatu data dengan data lain merupakan kunci dari algoritma *k-nearest neighbor* yang biasanya dihitung menggunakan perhitungan *Euclidean distance* seperti pada rumus sebagai berikut :

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (x_{ir} - x_{jr})^2} \quad (2.11)$$

Dimana x_i = Data sampel ; x_j = Data uji ; r = Variabel data ; d = Jarak Euclidean
 n = Dimensi data.

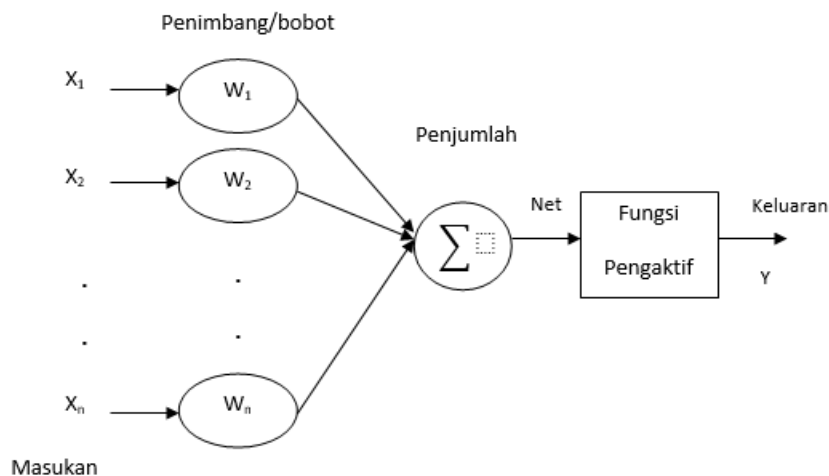
Langkah-langkah yang harus dilakukan pada klasifikasi K-Nearest Neighbor yaitu :

1. Tentukan nilai k , dimana k adalah jumlah tetangga terdekat.
2. Hitung jarak antara data citra baru dan data pelatihan menggunakan metode *Euclidean distance*.
3. Urutkan jarak dan tentukan tetangga terdekat berdasarkan jarak k minimum
4. Cek output atau label pada masing-masing kelas tetangga terdekat.
5. Klasifikasikan citra baru ke mayoritas kelas terdekat.

2.7 Backpropagation

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) lebih dikenal dengan nama *Artificial Neural Network* (ANN) yang merupakan suatu program komputer yang dibuat untuk memodelkan cara kerja atau fungsi sistem syaraf manusia. Dari segi fungsi, JST ditujukan untuk merancang suatu komputer sehingga dapat difungsikan untuk melakukan proses pelatihan dari suatu contoh. Sedangkan dari struktur rancangan, JST adalah suatu rancangan alat penghitung yang ditujukan untuk dapat melakukan proses serupa dengan apa yang dapat dilakukan manusia (Purnomo and Kurniawan, 2006).

Struktur model tiruan sebuah neuron ditunjukkan pada Gambar 2.11 dengan n buah masukan dan y sebagai nilai keluaran.



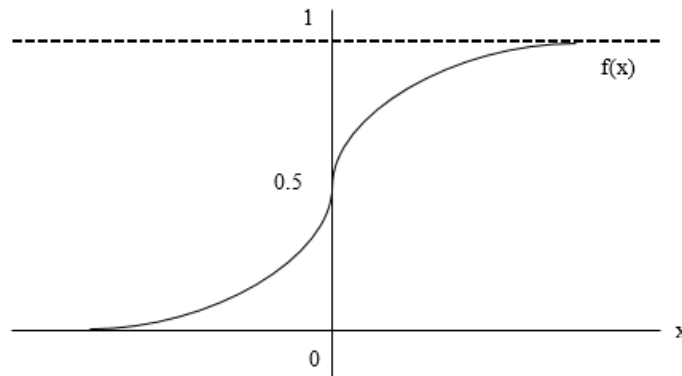
Gambar 2.11 Model tiruan sebuah neuron (Purnomo and Kurniawan, 2006)

Jaringan syaraf tiruan yang digunakan yaitu *Multilayer Perceptron* (MLP), Pada proses pelatihan MLP beberapa parameter yang sangat berpengaruh diantaranya sebagai berikut (Prasetyo, 2013) :

1. Penentuan bobot awal. Bobot awal umumnya diambil secara acak dengan angka jangkauan $[-0.5, +0.5]$ atau ditentukan dengan jangkauan $\left(-\frac{2.4}{F_i}, +\frac{2.4}{F_i}\right)$.
2. Laju pembelajaran α (*Learning Rate*). Nilai parameter ini ada dalam rentang nilai 0 sampai 1. Semakin besar nilainya, semakin cepat selesai proses pelatihannya namun semakin lebih mudah terjebak pada daerah *local optima*. Jika terlalu kecil, proses pelatihan akan semakin lama tetapi lebih menjamin hasil model yang lebih baik. Umumnya nilai yang digunakan adalah 0.1 sampai 0.3.
3. Momentum. Jika nilainya kecil, maka proses pelatihan berlangsung lama namun tidak menjamin hasil yang lebih baik. Biasanya penambahan momentum berfungsi untuk mempercepat proses pencapaian target error tetapi dengan *learning rate* yang kecil. Nilai momentum yang dipakai adalah antara 0 sampai 1 dan yang paling sering digunakan adalah 0.9
4. Jumlah iterasi (*Epoh*). Jika kriteria error hanya menggunakan SSE atau MSE, pada data yang sangat tidak linear sulit dicapai sehingga menggunakan jumlah maksimal iterasi. Jika jumlah maksimal iterasi sudah tercapai meskipun target error belum dicapai, proses pelatihan akan tetap dihentikan.
5. Target error merupakan akumulais selisih nilai antara nilai keluaran yang diharapkan dengan nilai keluaran yang didapatkan. Kriteria yang umum digunakan adalah *Sum of Square Error* (SSE) atau *Mean of Square Error* (MSE). Nilai yang umum digunakan adalah 0.001 atau 0.0001.
6. Jumlah neuron dalam layer tersembunyi (*hidden layer*) biasanya yang ditentukan dengan cara jumlah input ditambahkan jumlah output dibagi 2
7. Fungsi aktivasi yang digunakan untuk menentukan apakah sinyal dari input neuron akan diteruskan ke neuron lain atau tidak. Fungsi aktivasi yang dipakai pada penelitian ini yaitu sigmoid biner, kurvanya sesuai dengan Gambar 2.12. Fungsi aktivasi dapat sigmoid biner yang memiliki range (0,1) dinyatakan dengan persamaan :

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.12)$$

$$f'(x) = f(x)(1 - f(x)) \quad (2.13)$$



Gambar 2.12 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner

2.8 Perhitungan Performance Metode

Teknik *Receiver Operating Characteristic* (ROC) digunakan untuk menghitung kemampuan (*performance*) dari penggunaan metode klasifikasi baik *K-Nearest Neighbor* maupun *Backpropagation* dalam mengklasifikasi sel trombosit dan leukosit. Pada teknik ROC menghasilkan empat nilai karakteristik yaitu *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN) dan *True Negative* (TN) seperti yang terlihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 *Confusion Matrix*

		Target	
		V	NV
Hasil Identifikasi	V	True Positive	False Positive
	NV	False Negative	True Negative

True positive (TP) menunjukkan citra jenis sel teridentifikasi secara tepat sesuai kelasnya (V). *False positive* (FP) menunjukkan citra jenis sel seharusnya teridentifikasi dengan tepat pada kelasnya namun pada proses klasifikasi, sel tersebut teridentifikasi menjadi sel yang bukan kelasnya (NV). *True negative* (TN) menunjukkan citra yang bukan anggota kelas tersebut teridentifikasi tepat bukan anggota kelas tersebut (NV). *False negative* (FN) menunjukkan citra jenis sel yang bukan anggota kelas tersebut namun teridentifikasi sebagai anggota kelas tersebut.

Berdasarkan keempat nilai tersebut diperoleh nilai *True Positive Rate* (TPR) yang dikenal dengan istilah *sensitivity* atau citra yang teridentifikasi secara benar berdasarkan persamaan 2.14

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2.14)$$

False Positive Rate (FPR) atau *specificity* adalah nilai yang menunjukkan tingkat kesalahan metode klasifikasi dalam mengidentifikasi sel. Nilai tersebut diperoleh dari persamaan 2.15. Nilai akurasi (*accuracy*) menunjukkan presentasi keakuratan metode klasifikasi yang digunakan dan diperoleh dari persamaan 2.16

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN} \quad (2.15)$$

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \times 100\% \quad (2.16)$$

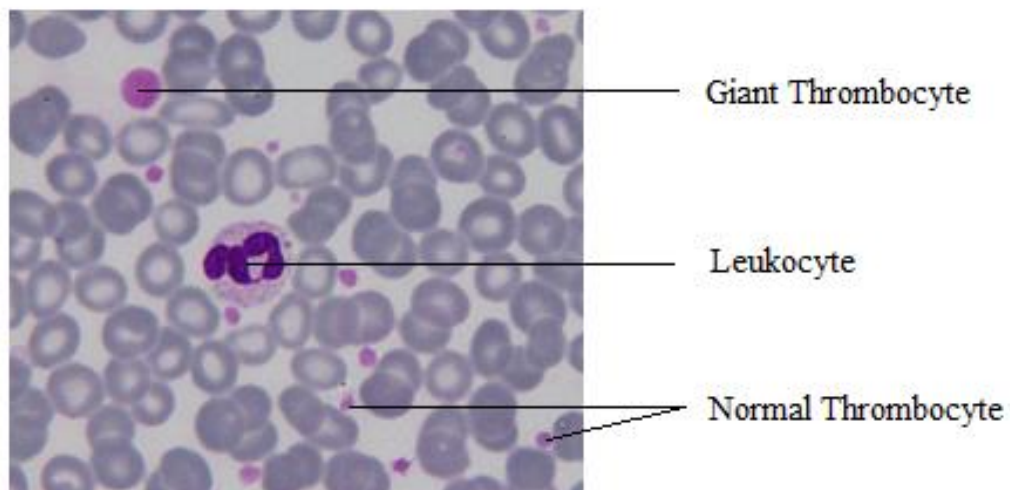
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah citra hapusan darah pasien *Essential Thrombocythemia* dan pasien normal. Preparat hapusan darah tepi (*peripheral blood smear*) diambil dari RSI Siti Hajar Sidoarjo, Laboratorium Parahita Jember dan Laboratorium Parahita Surabaya. Citra diambil menggunakan mikroskop digital di Laboratorium Bio-Sains Politeknik Negeri Jember. Data asli citra berukuran 1920x1440 piksel. Pada penelitian ini, citra yang digunakan sebanyak 348 citra dimana citra data latih (*data training*) sejumlah 250 citra dan data uji (*data testing*) sebanyak 98 citra. Masing-masing citra memiliki ukuran 91x91 piksel. Contoh citra yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1



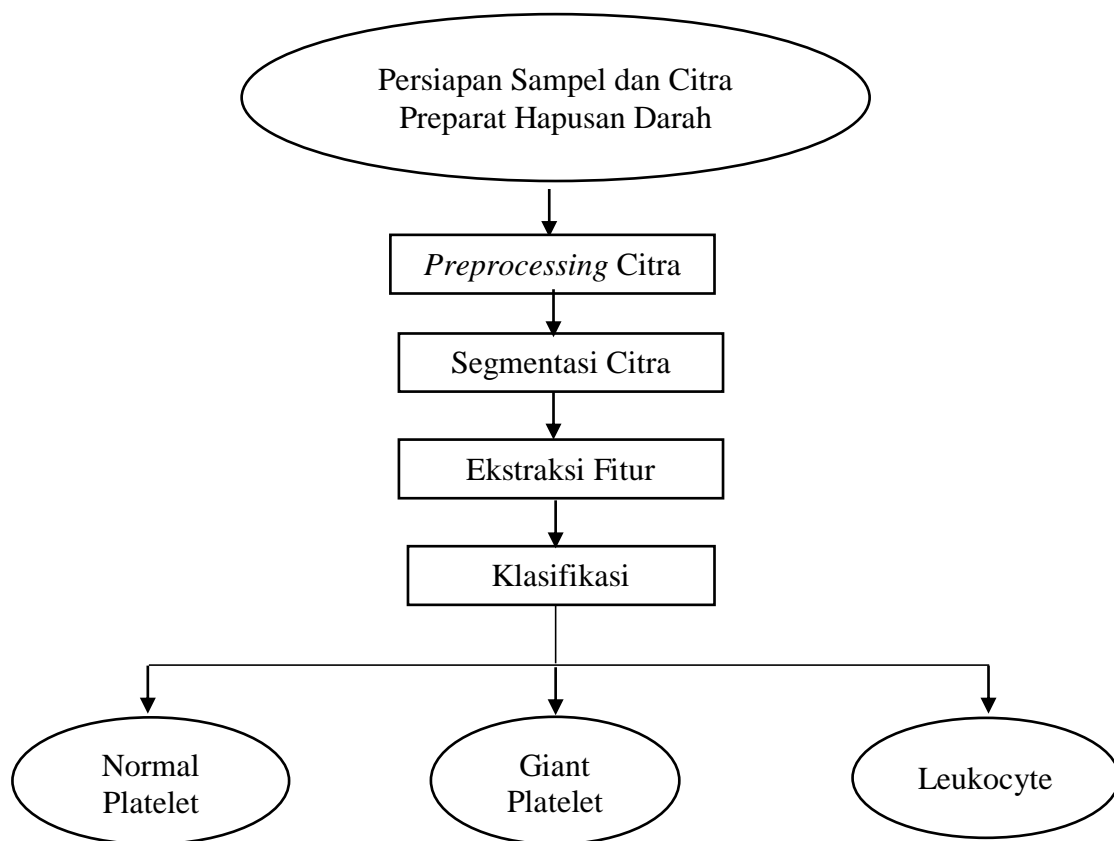
Gambar 3.1 Citra hapusan darah tepi.

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa sel trombosit (*giant thrombocyte* dan *normal thrombocyte*) memiliki warna pink sedangkan sel leukosit (*polymorphonuclear*) berwarna ungu. Hal ini juga menunjukkan bahwa perbedaan warna kedua jenis sel tersebut tidak jauh berbeda.

Data yang digunakan pada penelitian ini telah divalidasi menggunakan beberapa cara yaitu konsultasi dan pengamatan dari dokter spesialis patologi klinik, literatur berupa atlas hematologi dan aplikasi micrometer pada mikroskop digital.

3.2 Desain Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2

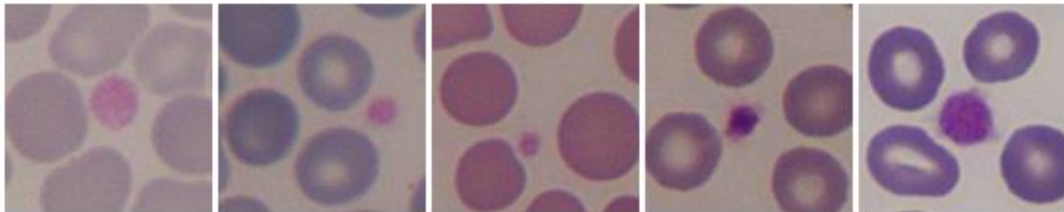


Gambar 3.2 Blok diagram sistem

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dijelaskan sebagai berikut :

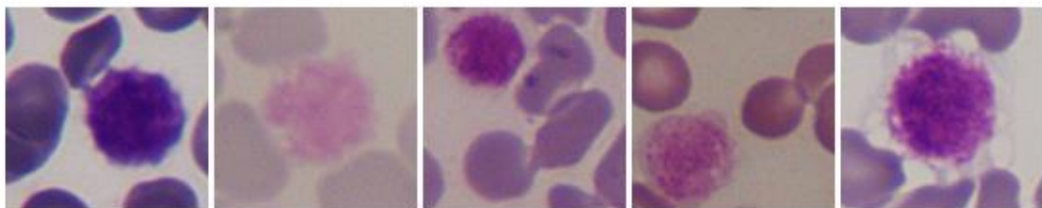
1. Proses persiapan sampel dan citra preparat hapusan darah tepi adalah satu tahapan utama yang dilakukan mulai dari pembuatan sampel preparat hingga mendapatkan citra hapusan darah tepi yang diambil menggunakan mikroskop digital.
2. *Preprocessing* citra adalah sebuah tahapan awal yang dilakukan dalam pengolahan citra. Pada proses ini dilakukan pendekatan model warna RGB dan warna CIELab.

3. Proses segmentasi citra adalah tahapan dimana obyek (sel) dipisahkan dari background.
4. Ekstraksi Fitur adalah tahapan untuk mengambil ciri khas dari citra yang digunakan sebagai inputan pada proses klasifikasi. Proses ekstraksi ini memanfaatkan fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) yaitu *Angular Second Moment* (ASM), *Invers Different Moment* (IDM), dan Entropi.
5. Klasifikasi adalah proses dimana seluruh sel dikelompokkan berdasarkan kelas yang telah ditentukan. Proses klasifikasi sel menggunakan mesin *learning Backpropagation*. Sel diklasifikasikan menjadi 3 kelas yaitu *normal platelet*, *giant platelet* dan *leukocyte*. Pengelompokan tersebut sudah divalidasi berdasarkan ukuran menggunakan bantuan micrometer pada aplikasi mikroskop digital. Gambar variasi jenis dan ukuran sel berdasarkan kelas dapat dilihat pada Gambar 3.3 sampai Gambar 3.5



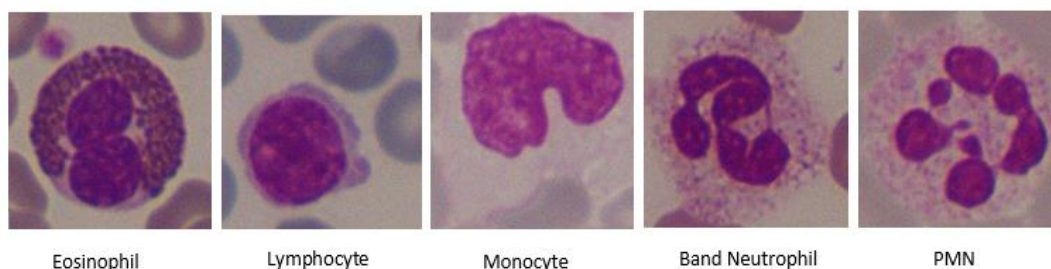
Gambar 3.3 Variasi ukuran sel trombosit normal.

Gambar 3.3 menunjukkan variasi ukuran sel trombosit normal, pada literatur (atlas hematologi) diketahui bahwa ukuran sel trombosit normal memiliki rentang yaitu 1 – 4 μm dan tidak memiliki inti sel (*nucleus*) (Young and Poulsen, 2014).



Gambar 3.4 Variasi ukuran sel trombosit raksasa (*giant platelet*).

Gambar 3.4 menunjukkan variasi ukuran sel trombosit raksasa (*giant platelet*) pada literatur (atlas hematologi) diketahui bahwa ukuran sel trombosit normal memiliki rentang yaitu lebih dari 6 μm . Ukuran tersebut dikatakan besar sehingga diameter trombosit menyerupai dengan eritrosit atau limfosit.

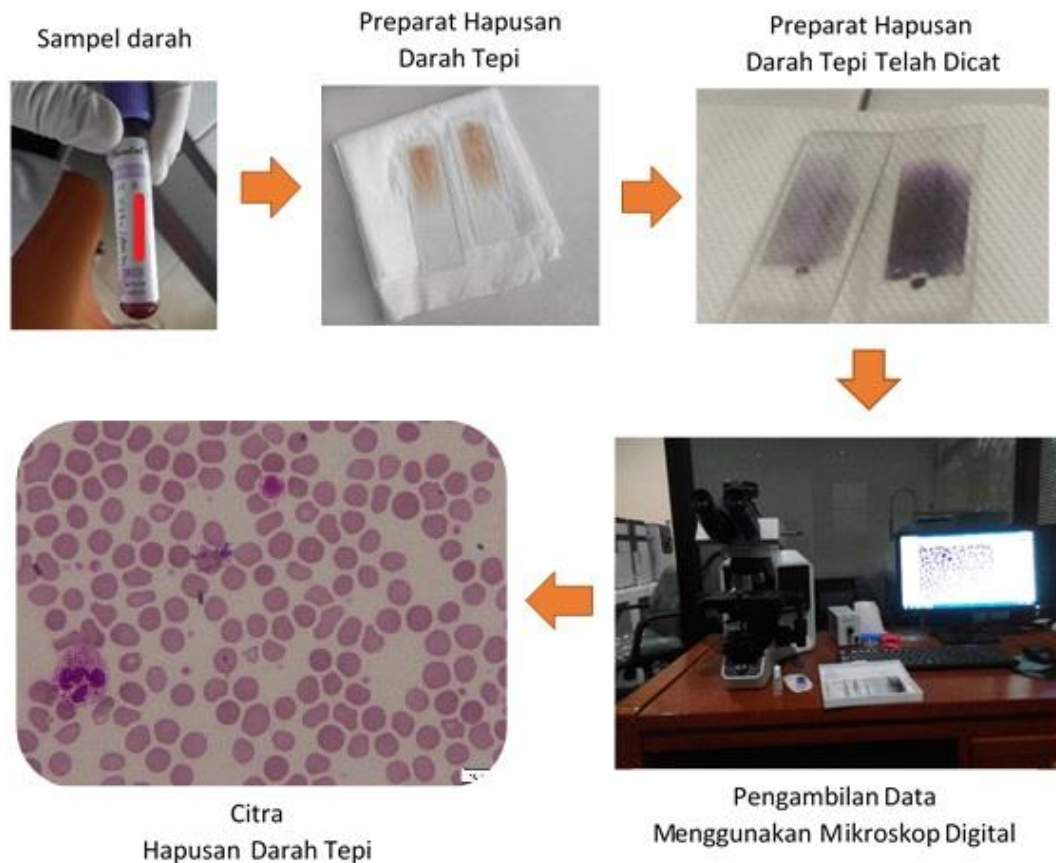


Gambar 3.5 Variasi jenis dan ukuran sel leukosit dalam satu kelas

Gambar 3.5 menunjukkan variasi jenis dan ukuran sel leukosit. Ukuran sel leukosit berdasarkan literatur (atlas hematologi) memiliki rentang yaitu 7 – 20 μm bergantung tipe sel leukosit seperti pada Tabel 2.2 (Rodak and Carr, 2017). Seperti yang telah diketahui sel leukosit terdiri dari 6 jenis yaitu *eosinophil*, *lymphocyte*, *monocyte*, *band neutrophil*, *polymorphonuclear* (PMN) dan *basophil*. Namun pada penelitian ini sel basophil tidak digunakan karena jumlah basophil pada pasien sangat kecil dan sulit ditemukan.

3.3 Persiapan Sampel Preparat

Proses ini merupakan tahap awal dari penelitian ini yang dijelaskan dalam sebuah diagram alir seperti Gambar 3.6



Gambar 3.6 Diagram alir persiapan sampel preparat hapusan darah tepi.

Pada Gambar 3.6 menunjukkan bahwa langkah-langkah yang dilakukan pada persiapan sampel preparat. Beberapa tahapan pada proses persiapan sampel akan dijelaskan pada beberapa subbab dibawah ini.

3.3.1 Sampel Darah

Sampel darah merupakan bahan utama yang digunakan pada penelitian ini. Sampel darah yang digunakan berjumlah 23 sampel darah yang terdiri dari 8 sampel darah pasien sakit dan 15 sampel darah pasien sehat. Sampel darah pasien sakit yaitu pasien dengan diagnosis penyakit *Essential Thrombocythemia* (ET). *Essential Thrombocythemia* (ET) merupakan salah satu dari kelompok *myeloproliferative disorder* (MPD). Penyakit tersebut ditandai dengan peningkatan jumlah trombosit (*thrombocytosis*) (Beck, 2009).

Pertama, pasien diambil darah oleh perawat menggunakan jarum dan dimasukkan kedalam tabung darah EDTA (*vacuum tube*) seperti pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Sampel darah pasien pada *vacuum tube* EDTA.

Seperti yang kita ketahui sebelumnya bahwa komponen darah terdiri dari plasma darah dan tiga jenis sel darah, hal ini juga yang dilihat pada Gambar 3.7, pada gambar tersebut, biasanya darah akan memisahkan diri yaitu pada lapisan atas berwarna kuning (plasma) sedangkan bagian bawah tabung berisi ketiga jenis sel darah. Untuk itu saat pembuatan sampel preparat, darah harus dikocok pelan agar tercampur.

3.3.2 Preparat hapusan darah tepi

Langkah selanjutnya adalah persiapan pembuatan preparat hapusan darah tepi. Pada subbab sebelumnya dijelaskan sebelum melakukan proses pembuatan preparat hapusan darah, darah pada *vacuum tube* EDTA harus dikocok keatas dan kebawah agar plasma darah bercampur dengan sel-sel darah. Kemudian darah diambil menggunakan mikropipet dan dikeluarkan setetes pada preparat (obyek glass). langkah selanjutnya, kita dapat menggunakan *coverglass* untuk membuat hapusan darah tepi. Pertama *coverglass* diletakkan pada sudut 25 - 30° pada tetasan darah, kemudian ditarik lurus sampai ujung preparat, seperti pada ilustrasi Gambar

2.1, setelah itu didapatkan preparat hapusan darah yang belum diwarnai seperti pada Gambar 3.8



Gambar 3.8 Preparat hapusan darah tepi.

Gambar 3.8 menunjukkan preparat hapusan darah tepi yang belum dilakukan proses fiksasi dan proses pengecatan.

3.3.3 Pengecatan preparat hapusan darah tepi

Proses selanjutnya yang dilakukan adalah proses pengecatan preparat. Preparat hapusan darah dilakukan proses pengecatan menggunakan *wright-giemsa stain*. Bahan yang digunakan adalah *methanol*, *buffer giemsa* dan pewarna *giemsa* seperti Gambar 3.9. Methanol digunakan pada proses fiksasi. Proses fiksasi yang dilakukan pada preparat hapusan darah merupakan tahapan yang penting. Fungsi dari fiksasi yaitu mempertahankan morfologi sel sehingga sel darah yang diambil pada hapusan darah tidak rusak atau lisis.

Fiksasi yang buruk juga mengakibatkan terjadinya perubahan karakteristik artefak sehingga membuat interpretasi morfologi sel darah menjadi terganggu. Oleh karena itu dibutuhkan kehati-hatian dalam mengamati sel. Proses fiksasi menggunakan methanol absolute selama 5-10 menit.



Gambar 3.9 Bahan pengecatan preparat.

Setelah proses fiksasi selesai, preparat hapusan darah dikeringkan dengan cara dibiarkan atau menggunakan blower untuk mempercepat proses pengeringan preparat hapusan darah. Proses selanjutnya yang dilakukan adalah proses pengecatan (*staining*). Pada proses ini pengecatan giemsa didapatkan dari menggabungkan *methylene azure* (*methylene blue*) dan *eosin*. Namun ada kalanya kombinasi pewarnaan *Wright-Giemsa* menghasilkan hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan pewarnaan *giemsa* sendiri (Bain, 2014).

Proses pengecatan sendiri dilakukan dengan cara melakukan proses pengenceran yaitu menambahkan larutan *buffer* dengan pH 6.4 pada larutan giemsa kedalam wadah. Pada penelitian ini dilakukan proses perbandingan 1 : 4 antara bagian cat dengan larutan *buffer*. Setelah itu, masukkan preparat hapusan darah kedalam wadah dan diamkan selama 20 – 30 menit.

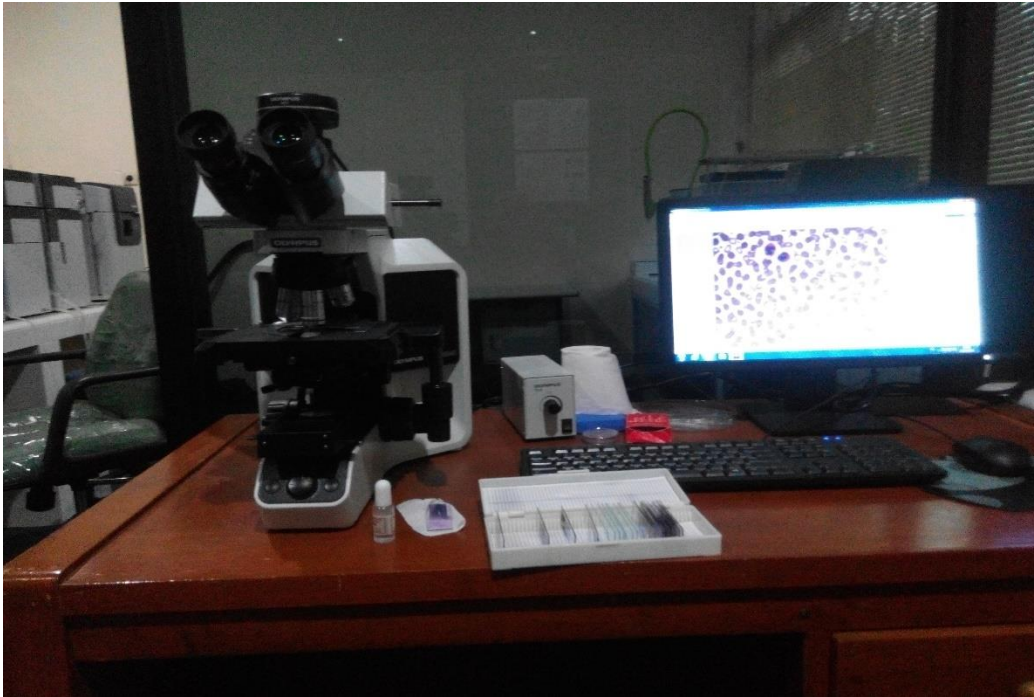


Gambar 3.10 Preparat hapusan darah yang sudah dicat

Langkah selanjutnya membilasnya dengan air ledeng kemudian keringkan kembali menggunakan *blower*, kemudian letakkan preparat hapusan darah pada tisu seperti pada Gambar 3.10 agar preparat benar-benar kering.

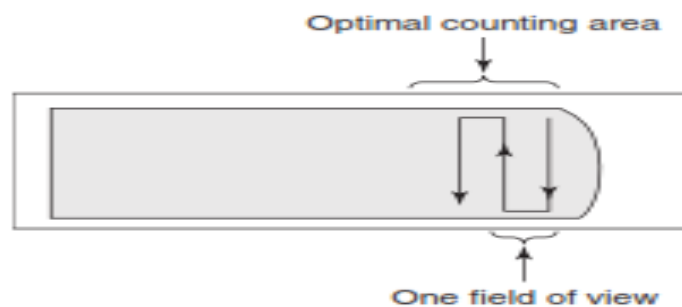
3.3.4 Pengambilan data menggunakan mikroskop digital

Proses pengambilan data atau *capture* citra pada mikroskop digital dilakukan pada daerah pembacaan di preparat hapusan darah. Mikroskop yang digunakan adalah mikroskop digital merk Olympus BX 43 yang sudah dihubungkan pada *personal computer* (PC), pada Gambar 3.11. Pengambilan citra preparat dilakukan di Laboratorium Biosains Politeknik Negeri Jember.



Gambar 3.11 Mikroskop digital yang sudah terhubung dengan PC

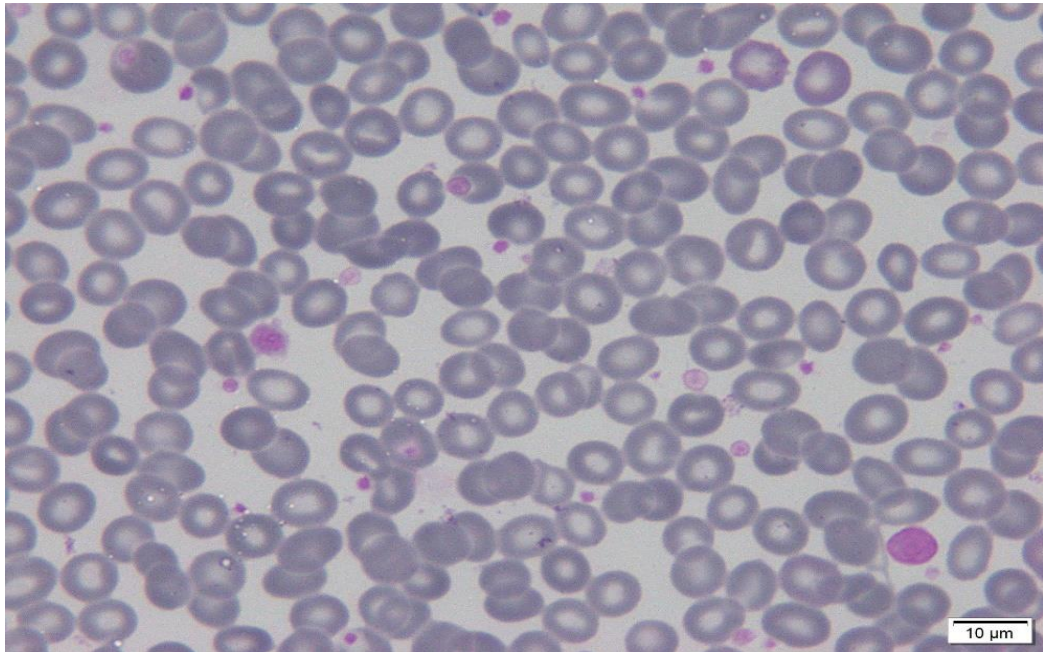
Gambar 3.11 menunjukkan proses *capture* citra menggunakan mikroskop digital yang sudah terhubung pada PC dan dilakukan dengan hati-hati. Pada penelitian ini digunakan proses perbesaran 1000x sehingga dibutuhkan minyak emersi (*oil immersion*). Minyak emersi digunakan untuk memperjelas obyek dan melindungi lensa mikroskop karena letak preparat dan lensa berdekatan. Pengambilan citra dilakukan sesuai dengan jalur perhitungan perbedaan sel leukosit seperti yang dianjurkan oleh literatur. Pengambilan gambar dilakukan di daerah *optimal counting area* atau daerah ruang pembacaan seperti ilustrasi pada Gambar 3.12



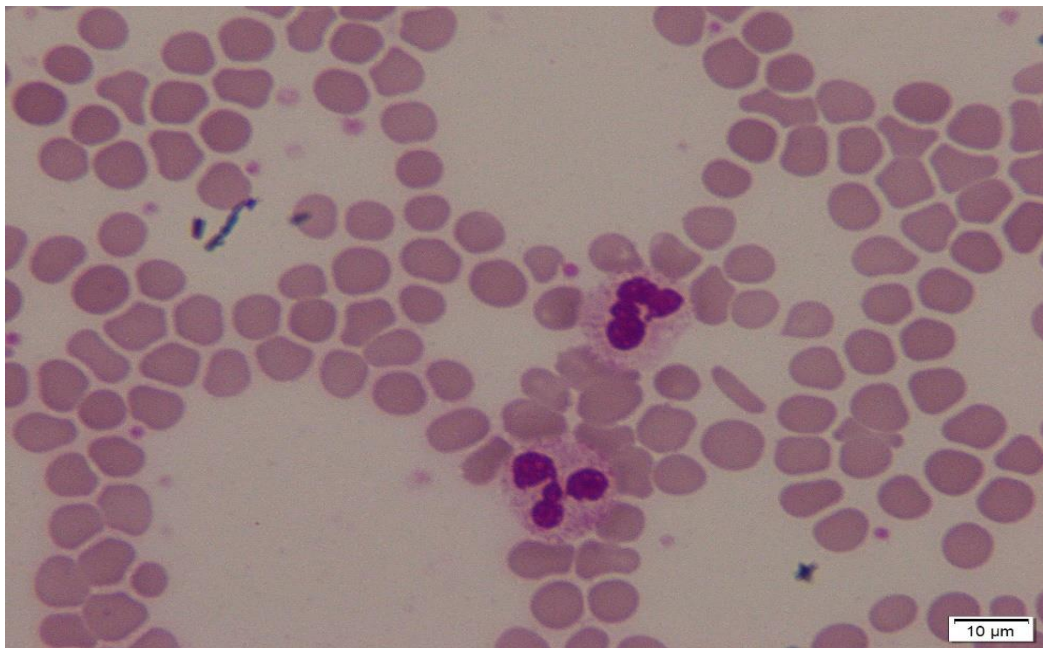
Gambar 3.12 Ilustrasi arah pengambilan data citra pada hapusan darah tepi (McKenzie, 2014).

3.3.5 Hasil citra hapusan darah tepi

Kriteria pengambilan citra yang salah yaitu ketika sel darah merah (*erythrocytes*) menumpuk (*overlapping*) seperti Gambar 3.13 atau saat sel darah terlihat rongga-rongga seperti Gambar 3.14.

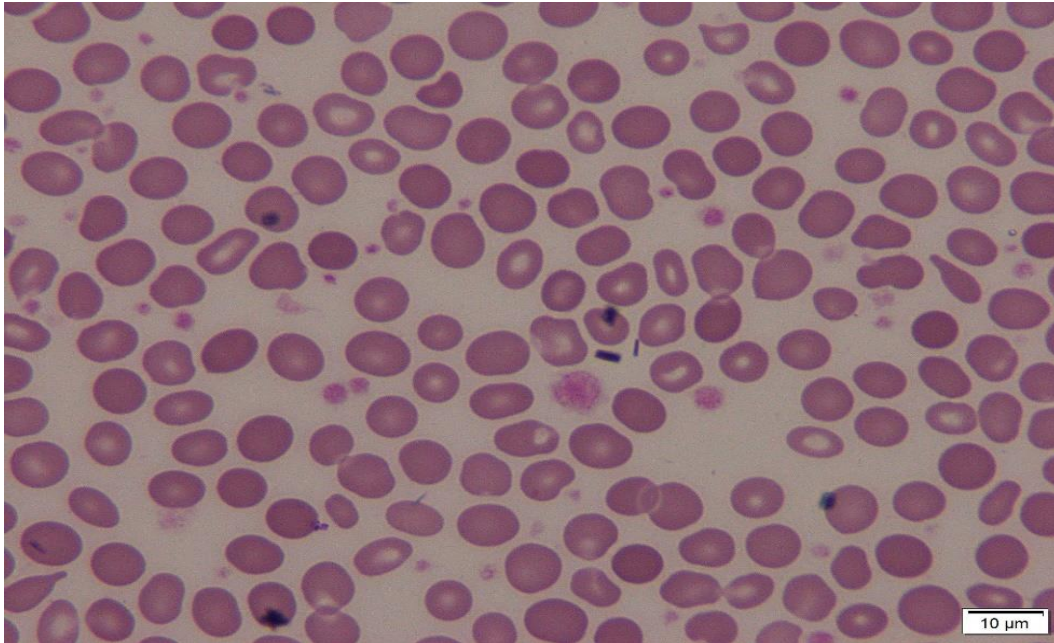


Gambar 3.13 citra sel darah merah menumpuk (*overlapping*).



Gambar 3.14 citra sel darah berongga-rongga

Gambar 3.13 dan Gambar 3.14 merupakan contoh pengambilan citra hapusan darah tepi yang salah sehingga biasanya citra tersebut tidak digunakan pada proses perhitungan sel darah. Gambar 3.12 adalah contoh pengambilan citra hapusan darah tepi yang benar dimana sel darah merah tidak menumpuk. Citra hapusan tepi berukuran 1920x1440 piksel.

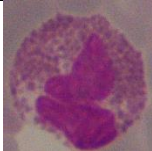


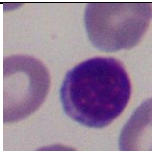
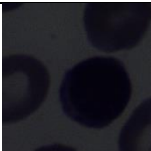
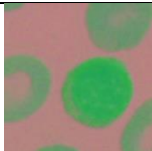
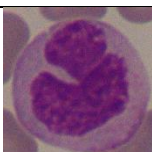
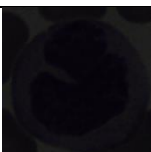




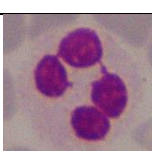
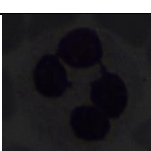

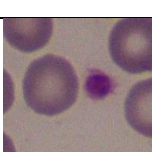
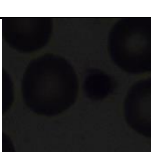
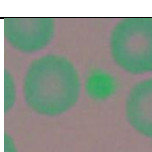
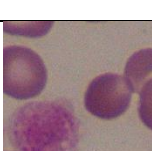
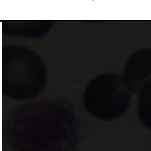



Gambar 3.15 Citra hapusan darah tepi yang benar.

3.4 Preprocessing Citra

Proses *preprocessing* citra diawali dengan proses pemotongan (*cropping*). Proses *cropping* dilakukan dua tahapan. Citra asli berukuran 1920x1440 pixel. Citra tersebut dicropping dengan ukuran 251x251 piksel sesuai besar sel leukosit. Citra asli masih dalam ruang warna RGB kemudian dilakukan juga pendekatan model warna Lab dengan cara mengonversi citra asli RGB menjadi citra Lab. Sebelum mengonversi citra RGB ke citra Lab, citra RGB harus terlebih dahulu dikonversi pada citra XYZ kemudian citra XYZ akan dikonversi menjadi citra Lab seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil konversi citra RGB ke citra XYZ dan citra CIELab

Ruang Warna RGB	Ruang Warna XYZ	Ruang Warna CIELab
1. Eosinofil		
		
2. Limfosit		
		
3. Monosit		
		
4. Neutrofil berpita (<i>Band Neutrophil</i>)		
		
5. Neutrofil tersegmentasi (<i>Polymorphonuclear/PMN</i>)		
		
6. Trombosit normal		
		
7. Trombosit raksasa (<i>Giant platelet</i>)		
		

Proses konversi warna dari ruang warna RGB ke ruang warna XYZ menjadi ruang warna CIELab. Tahapan konversi ini dilakukan menggunakan perhitungan pada persamaan sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.6070 & 0.1734 & 0.2 \\ 0.2990 & 0.5864 & 0.1146 \\ 0 & 0.0661 & 1.1175 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Selanjutnya dari ruang peralihan XYZ diubah ke ruang warna CIELab dengan persamaan sebagai berikut ini :

$$L^* = \begin{cases} 116 \times f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16 & \text{untuk } \frac{Y}{Y_n} \leq 0.008856 \\ 903.3 \times f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) & \end{cases} \quad (3.2)$$

$$a^* = 500 \times \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right] \quad (3.3)$$

$$b^* = 200 \times \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right] \quad (3.4)$$

$$f\left(\frac{A}{A_n}\right) = \begin{cases} \sqrt[3]{\frac{A}{A_n}}, & \text{untuk } \frac{A}{A_n} > 0.008856 \\ 7.787 \left(\frac{A}{A_n}\right), & \text{untuk } \frac{A}{A_n} \leq 0.008856 \end{cases} \quad (3.5)$$

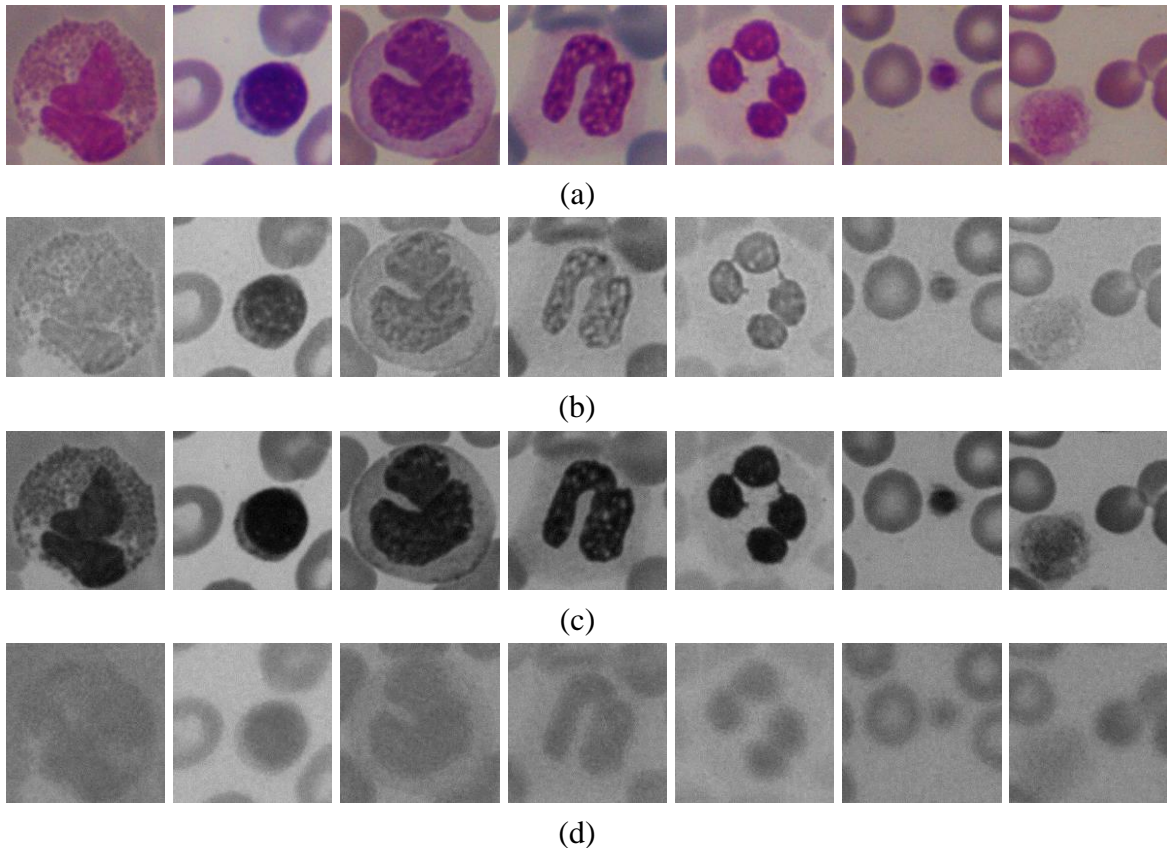
Dengan $A = X, Y, Z$ dan $A_n = X_n, Y_n, Z_n$. Nilai X_n, Y_n , dan Z_n adalah nilai tristimulus atau koordinat *chromatis* untuk menentukan posisi warna putih yang merupakan bentuk iluminasi citra. Nilai tristimulus tersebut adalah :

$$X_n = 1, \quad Y_n = 0.98072, \quad Z_n = 1.18225 \quad (3.6)$$

3.5 Segmentasi Citra

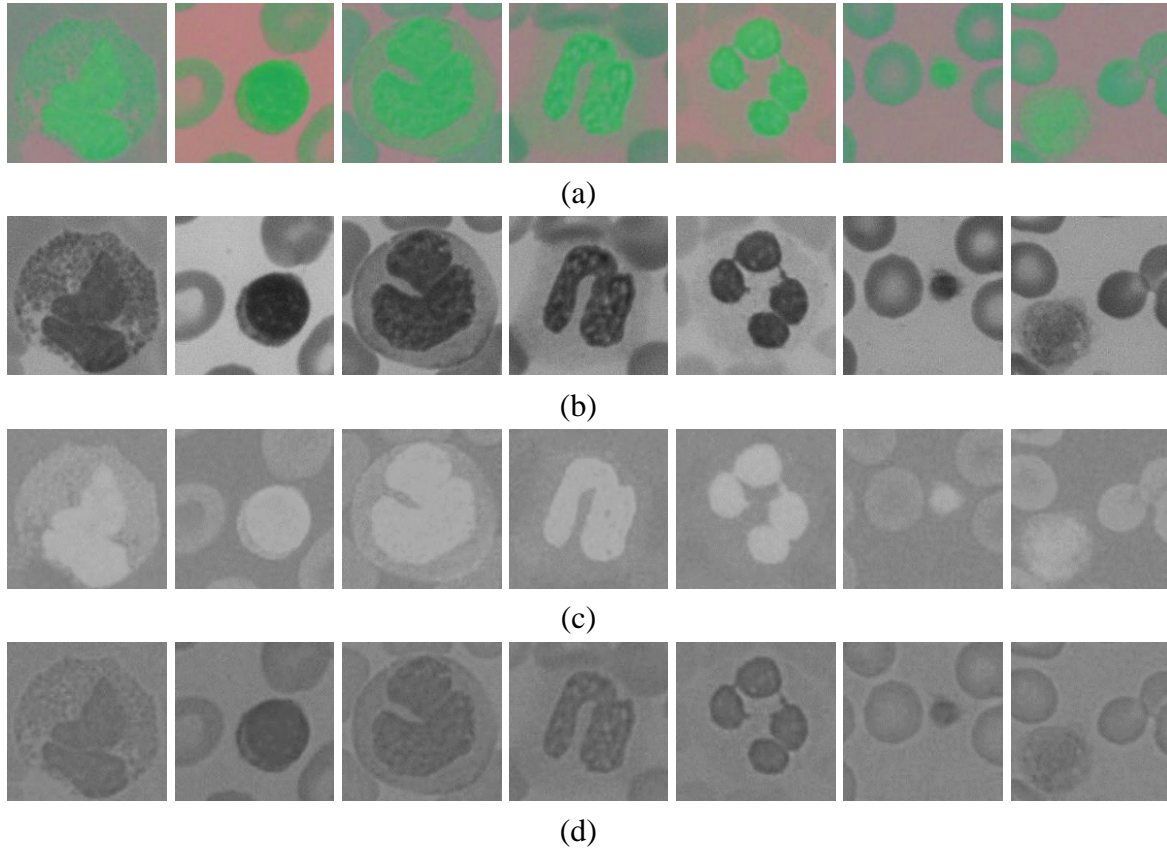
Proses ini bertujuan untuk mendapatkan citra segmentasi dimana obyek (sel) sudah terpisah dengan background. Background pada citra hapusan darah tepi ada dua yaitu background putih dan background sel *erythrocytes*. Oleh karena itu Citra asli RGB ditampilkan berdasarkan komposisi komponen warnanya yaitu komponen warna *red*, komponen warna *blue* dan komponen warna *green* seperti

yang terlihat pada Gambar 3.16. Pada penelitian ini juga diambil komponen warna pada ruang warna Lab seperti komponen L (Lightness), komponen sumbu a (*Red-Green*) dan komponen sumbu b (*Blue-Yellow*) sehingga dapat terlihat perbedaan antara obyek dan background seperti pada Gambar 3.17



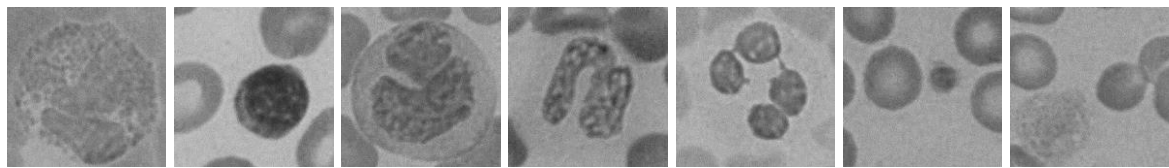
Gambar 3.16(a) Citra RGB sel (b) Citra sel pada komponen warna *red* (c) Citra sel pada komponen warna *green* (d) Citra sel pada komponen warna *blue*.

Gambar 3.16 menunjukkan pada gambar (a) citra sel pada ruang warna RGB, (b) citra sel pada komponen warna *Red* (R), (c) citra sel pada komponen warna *Green* (G) dan (d) citra sel pada komponen warna *Blue* (B). Hal tersebut dilakukan karena hanya obyek sel yang akan kita ambil sedangkan *background* atau sel eritrosit akan dihilangkan. Proses segmentasi yang digunakan adalah tiap komponen pada ruang warna RGB dilakukan percobaan dengan melakukan proses pengurangan. Contohnya pada ruang warna RGB, nilai komponen warna R dikurangi dengan nilai komponen warna G atau komponen warna B dikurangi dengan nilai komponen warna G seperti yang terlihat pada Gambar 3.17

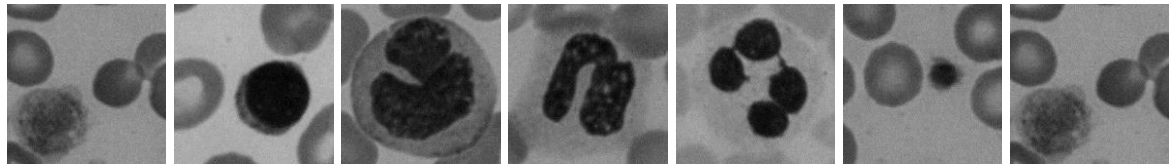


Gambar 3.17 (a) Citra CIELab sel (b) Citra sel pada komponen *Lightness* (c) Citra sel pada komponen warna *a* (d) Citra sel pada komponen warna *b*

Gambar 3.17 menunjukkan pada gambar (a) citra sel pada ruang warna CIELab, (b) citra sel pada komponen *Lightness* (L), (c) citra sel pada komponen warna *a* dan (d) citra sel pada komponen warna *b* (B). Hal tersebut dilakukan karena hanya obyek sel yang akan kita ambil sedangkan *background* atau sel eritrosit akan dihilangkan. Sama halnya dengan proses segmentasi pada ruang warna RGB. Proses segmentasi pada ruang warna CIELab yang digunakan adalah tiap komponen pada ruang warna CIELab dilakukan percobaan dengan melakukan proses pengurangan. Contohnya citra komponen L dikurangi dengan citra komponen warna *a* menghasilkan citra AL seperti yang terlihat pada Gambar 3.19.



(a)



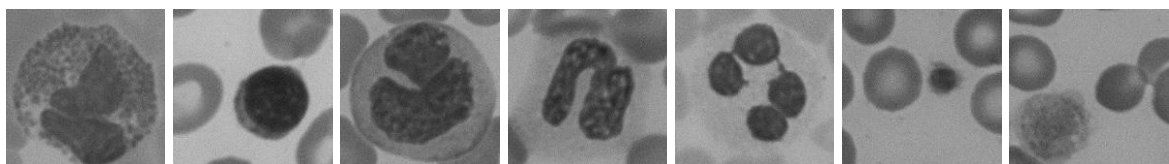
(b)



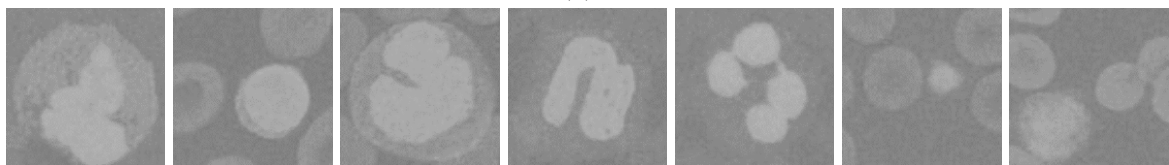
(c)

Gambar 3.18 (a) Citra RGB sel pada komponen warna *red* (b) Citra RGB sel pada komponen warna *green* (c) Citra hasil pengurangan nilai komponen *red* dan *green* (RG).

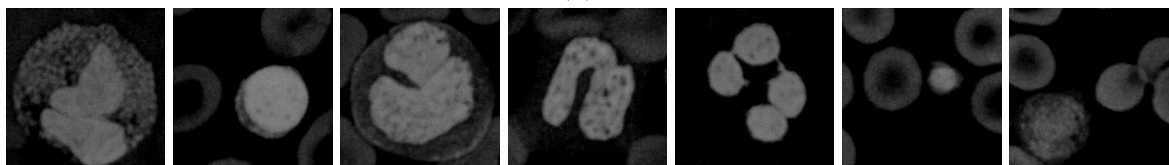
Gambar 3.18 menunjukkan citra komponen R dikurangi dengan citra komponen warna G menghasilkan citra *Red-Green* (RG) dimana citra tersebut mampu merepresentasikan atau menggambarkan sel yang akan diambil atau dipisahkan dengan backgroundnya.



(a)



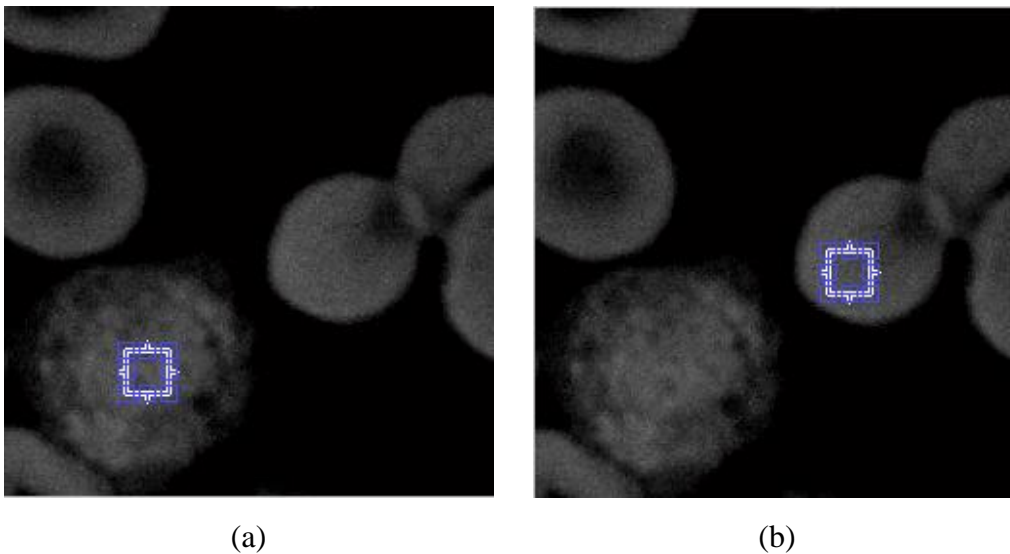
(b)



(c)

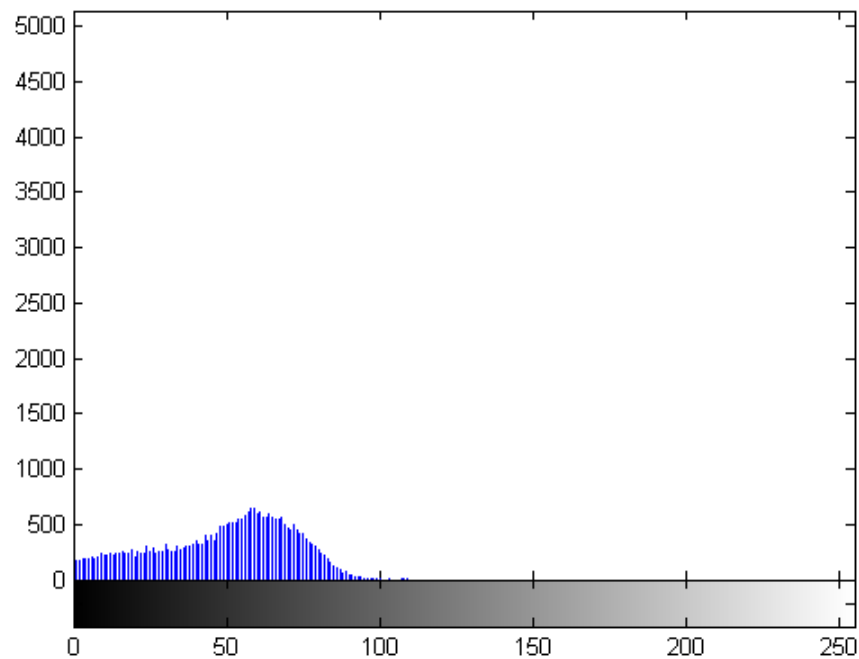
Gambar 3.19 (a) Citra sel pada komponen warna *Lightness* (b) Citra sel pada komponen warna *a* (c) Citra hasil pengurangan nilai komponen (AL).

Gambar 3.19 menunjukkan citra komponen a dikurangi dengan citra komponen warna L menghasilkan citra (AL) dimana citra tersebut mampu merepresentasikan atau menggambarkan sel yang akan diambil atau dipisahkan dengan backgroundnya. Namun Pada kedua gambar diatas, beberapa sel masih belum mampu dipisahkan dari background karena nilai gray levelnya mirip seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.20



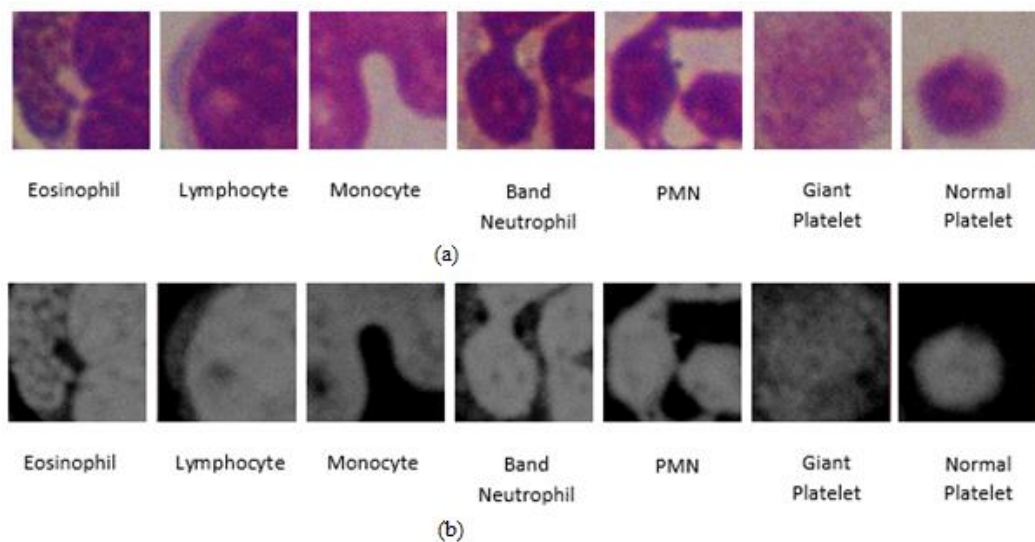
Gambar 3.20 Nilai *gray level* (a) *giant platelet* dan (b) *erythrocyte* dan histogram citra AL

Gambar 3.20 menunjukkan bahwa nilai *gray level* sel trombosit raksasa (*giant platelet*) memiliki rentang nilai yang mirip dengan nilai *gray level background* (*erythrocyte*) pada citra AL. Nilai *gray level* pada *giant platelet* yaitu sebesar 80 sedangkan background atau sel eritrosit, nilai *gray levelnya* yaitu sebesar 81. Hal tersebut juga dibuktikan dengan sebaran nilai *gray level* pada histogram dari citra AL seperti pada Gambar 3.21. Dari sebaran tersebut dapat dilihat bahwa puncak tertinggi nilai *gray level* terletak pada rentang 50 sampai 80.



Gambar 3.21 Histogram citra AL

Oleh karena itu, dilakukan kembali proses pemotongan (*cropping*) sebelum proses ekstraksi fitur. Ukuran citra berubah dari 251x251 piksel menjadi 91x91 piksel. Kemudian dilakukan kembali proses seperti yang dijelaskan diatas, sehingga citra segmentasi menjadi seperti berikut seperti Gambar 3.22



Gambar 3.22 (a) Citra asli RGB (b) Citra tekstur AL

Gambar 3.22 menunjukkan citra tekstur yang didapatkan dari proses konversi warna dan proses segmentasi citra. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa adanya perbedaan tekstur pada masing-masing sel darah.

3.6 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur merupakan suatu tahapan yang berfungsi untuk memperoleh fitur atau ciri dari sebuah citra. Ekstraksi fitur dibagi berdasarkan luasan (area), bentuk dan tekstur. Pada penelitian ini ekstraksi fitur yang digunakan adalah menggunakan ekstraksi fitur berdasarkan tekstur. Proses ekstraksi fitur yang dilakukan memanfaatkan fitur dari gray level co-occurrence matrix (GLCM). Pengambilan nilai fitur dilakukan pada masing-masing sel darah. Beberapa fitur yang digunakan pada penelitian ini yaitu *angular second moment* (ASM), *invers different moment* (IDM), dan entropi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.22. Pengambilan nilai fitur berdasarkan tekstur menggunakan persamaan sebagai berikut :

1. Angular Second Moment (ASM)

ASM (energy) berfungsi u/ mengukur keseragaman (homogeneity). ASM akan bernilai tinggi ketika nilai piksel mirip satu sama lain, sebaliknya jika bernilai kecil menandakan GLCM Normalisasi heterogen. Perhitungan nilai ASM dinyatakan pada persamaan 3.7

$$ASM = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L p(i,j)^2 \quad (3.7)$$

L menyatakan jumlah level yang digunakan untuk komputasi. $p(i,j)$ adalah matriks *co-occurrence* dari citra yang diekstraksi.

2. Invers Different Moment (IDM)

IDM juga berfungsi untuk mengukur homogenitas berfungsi u/ mengukur keseragaman (homogeneity). Nilai IDM akan bernilai tinggi jika semua piksel mempunyai nilai yang sama/seragam begitu pula dengan sebaliknya. Perhitungan nilai IDM dinyatakan menggunakan persamaan 3.8

$$IDM = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L \frac{p(i,j)}{1 + |i - j|} \quad (3.8)$$

3. Entropy

Entropi adalah ukuran ketidakteraturan nilai keabuan pada citra. Nilainya tinggi jika elemen-elemen pada GLCM mempunyai Entropi akan bernilai tinggi ketika citra tidak seragam. Sedangkan nilainya rendah jika elemen-elemen pada GLCM mendekati nilai 0 atau 1. Entropi dinyatakan pada persamaan rumus 3.9

$$Entropi = - \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L p(i,j) \log(p(i,j)) \quad (3.9)$$

3.7 Klasifikasi Sel

Prose klasifikasi bertujuan untuk mengumpulkan sel darah serta mengenali sel darah khususnya sel trombosit yang mengalami abnormalitas. Pada proses ini, fitur-fitur dari ekstraksi fitur citra hapusan darah yang nantinya menjadi input untuk proses klasifikasi sel trombosit sehingga didapatkan output normal trombosit, giant trombosit dan leukosit. Proses klasifikasi terbagi menjadi dua proses yaitu proses pelatihan dan pengujian. Pada proses pelatihan (*training*) digunakan 250 data citra hapusan darah tepi yang terdiri dari 5 tipe sel leukosit dan 2 tipe sel trombosit. Fitur yang digunakan sebanyak 12 dataset fitur. Sedangkan pada proses pengujian (*testing*) digunakan 98 data citra hapusan darah tepi dengan 12 dataset fitur. Proses klasifikasi sel menggunakan bantuan *machine—learning K-Nearest Neighbor* dan *Backpropagation*. Hasil akurasi dari kedua metode tersebut akan dijadikan sebagai perbandingan keakuratan metode. Proses validasi dilakukan dengan membandingkan pengujian klasifikasi dan hasil validasi dari dokter spesialis patologi klinik, literatur dan micrometer pada aplikasi mikroskop digital.

3.7.1 K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor (KNN) adalah metode klasifikasi yang terkenal dan algoritma pembelajaran sangat mudah dipahami. Algoritma ini merupakan metode pembelajaran terawasi (*supervised learning*) yang digunakan untuk klasifikasi dan regresi. Prinsip algoritma ini adalah mencari jarak antara data baru (data testing) dan data training kemudian data baru akan diklasifikasikan ke kelas yang terdekat.

Pada penelitian ini digunakan 348 data yang terbagi menjadi 250 data training dan 98 data testing.

Langkah-langkah yang harus dilakukan pada klasifikasi K-Nearest Neighbor yaitu :

1. Tentukan nilai k, dimana k adalah jumlah tetangga terdekat.
2. Hitung jarak antara data citra baru dan data pelatihan menggunakan metode *Euclidean distance*.

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (x_{ir} - x_{jr})^2} \quad (3.10)$$

Dimana x_i = Data sampel ; x_j = Data uji ; r = Variabel data ;

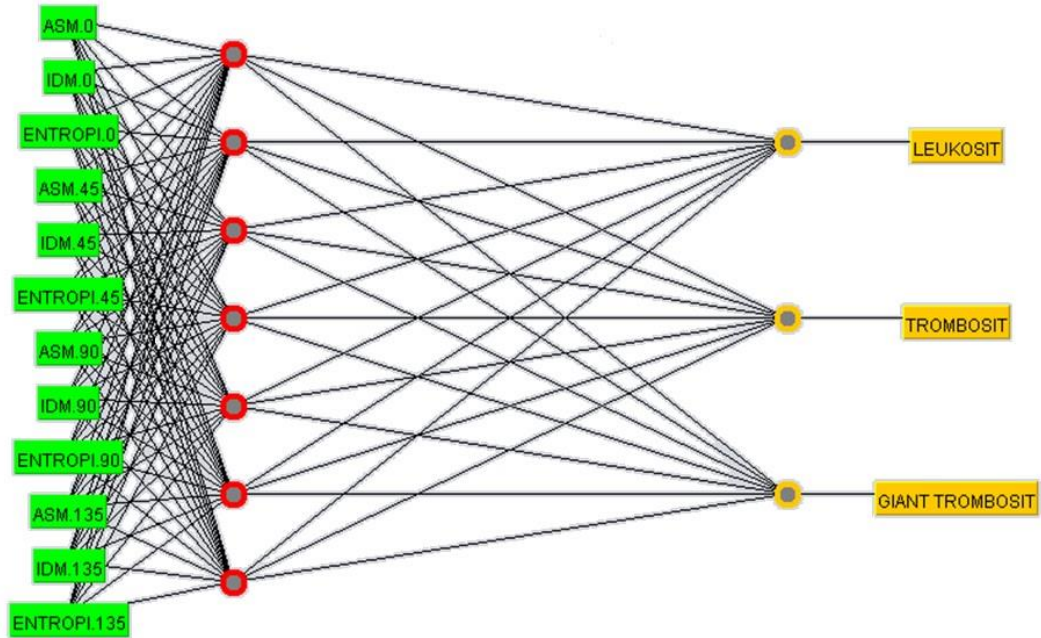
d = Jarak Euclidean n = Dimensi data.

3. Urutkan jarak dan tentukan tetangga terdekat berdasarkan jarak k minimum
4. Cek output atau label pada masing-masing kelas tetangga terdekat.
5. Klasifikasikan citra baru ke mayoritas kelas terdekat.

3.7.2 Backpropagation

Backpropagation merupakan salah satu model jaringan syaraf tiruan dengan algoritma pembelajaran terawasi (*supervised*). *Backpropagation* juga dikenal dengan nama *Multi Layer Perceptron* (MLP) dimana terdapat banyak *hidden layer* yang digunakan untuk memperbarui nilai pembobotan. *Feed forward backpropagation* menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan *error* ini, tahapan perambatan maju (*forward propagation*) yang lebih dulu harus dikerjakan. Saat tahapan *forward propagation*, neuron-neuron diaktifkan menggunakan fungsi aktivasi *tansig/log-sigmoid transfer function*. Fungsi aktivasi tersebut berguna untuk menentukan hasil keluaran (*output*) suatu neuron.

Pada penelitian ini terdapat 3 layer yang terdiri dari layer masukan (*input*), layer tersembunyi (*hidden layer*) dan layer keluaran (*output*). Gambar 3.24 mendeskripsikan struktur jaringan syaraf tiruan yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3.23 Struktur jaringan syaraf tiruan

Sama halnya dengan metode klasifikasi KNN, data input dimasukkan dari citra sel darah hapusan darah tepi yaitu 5 tipe leukosit (*eosinophil*, *lymphocyte*, *monocyte*, *polymorphonuclear neutrophil* dan *band neutrophil*) dan 2 tipe trombosit (*normal platelet* dan *giant platelet*). Sedangkan data output atau target dibagi menjadi tiga kelas yaitu *leukocyte*, *normal platelet* dan *giant platelet*.

Langkah-langkah yang harus dilakukan pada klasifikasi metode Backpropagation yaitu :

1. Inisiasi semua bobot dengan bilangan acak kecil.
2. Tiap neuron input menerima sinyal dan meneruskannya ke neuron layer tersembunyi (*hidden layer*).
3. Hitung semua keluaran pada neuron tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$)

$$z_{net_j} = v_{jo} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad (3.11)$$

$$z_j = f(z_{net_j}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{net_j}}} \quad (3.12)$$

4. Hitung semua keluaran pada neuron tersembunyi ke neuron y_k ($k = 1, 2, \dots, m$)

$$y_{net_k} = w_{ko} + \sum_{j=1}^p z_j w_{kj} \quad (3.13)$$

$$y_k = f(y_{net_k}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{net_k}}} \quad (3.14)$$

5. Hitung faktor δ neuron output berdasarkan kesalahan di setiap neuron output y_k ($k = 1, 2, \dots, m$)

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (3.15)$$

Dimana δ_k adalah unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot pada layer keluaran ke *hidden layer*.

6. Hitung perubahan bobot w_{kj} (Δw_{kj}) dengan laju pembelajaran α .

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j \quad (3.16)$$

Dimana $k = 1, 2, \dots, m$; $j = 0, 1, \dots, p$

7. Hitung faktor δ neuron output berdasarkan kesalahan di setiap neuron output z_j ($j = 1, 2, \dots, p$)

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^p \delta_k w_{kj} \quad (3.17)$$

Dimana faktor δ *hidden layer* :

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j (1 - z_j) \quad (3.18)$$

8. Hitung perubahan bobot v_{ji} (Δv_{ji}) dengan laju pembelajaran α .

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i \quad (3.19)$$

Dimana $j = 1, 2, \dots, p$; $i = 0, 1, \dots, n$

9. Hitung perubahan bobot garis yang menuju ke neuron keluaran

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} \quad (3.20)$$

Dimana $k = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, p$

10. Hitung perubahan bobot garis yang menuju ke neuron tersembunyi

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} \quad (3.21)$$

Dimana $j = 1, 2, \dots, p$; $i = 0, 1, \dots, n$

3.8 Perhitungan Performace Metode

Teknik *Receiver Operating Characteristic* (ROC) digunakan untuk menghitung kemampuan (*performance*) dari penggunaan metode klasifikasi baik *K-Nearest Neighbor* maupun *Backpropagation* dalam mengklasifikasi sel trombosit dan leukosit. Pada teknik ROC menghasilkan empat nilai karakteristik yaitu *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN) dan *True Negative* (TN).

True positive (TP) menunjukkan citra jenis sel baik sel trombosit maupun sel leukosit teridentifikasi secara tepat sesuai kelasnya. *False positive* (FP) menunjukkan citra jenis sel seharusnya teridentifikasi dengan tepat pada kelasnya namun pada proses klasifikasi, sel tersebut teridentifikasi menjadi sel yang bukan kelasnya. Contohnya *leukocyte* teridentifikasi menjadi sel *giant platelet*. *True negative* (TN) menunjukkan citra yang bukan anggota kelas tersebut teridentifikasi tepat bukan anggota kelas tersebut. *False negative* (FN) menunjukkan citra jenis sel yang bukan anggota kelas tersebut namun teridentifikasi sebagai anggota kelas tersebut.

Berdasarkan keempat nilai tersebut diperoleh nilai *True Positive Rate* (TPR) yang dikenal dengan istilah *sensitivity* atau citra yang teridentifikasi secara benar berdasarkan persamaan 3.11

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3.11)$$

False Positive Rate (FPR) atau *specificity* adalah nilai yang menunjukkan tingkat kesalahan metode klasifikasi dalam mengidentifikasi sel. Nilai tersebut diperoleh dari persamaan 3.12. Nilai akurasi (*accuracy*) menunjukkan presentasi keakuratan metode klasifikasi yang digunakan dan diperoleh dari persamaan 3.13

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN} \quad (3.12)$$

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \times 100\% \quad (3.13)$$

BAB 4

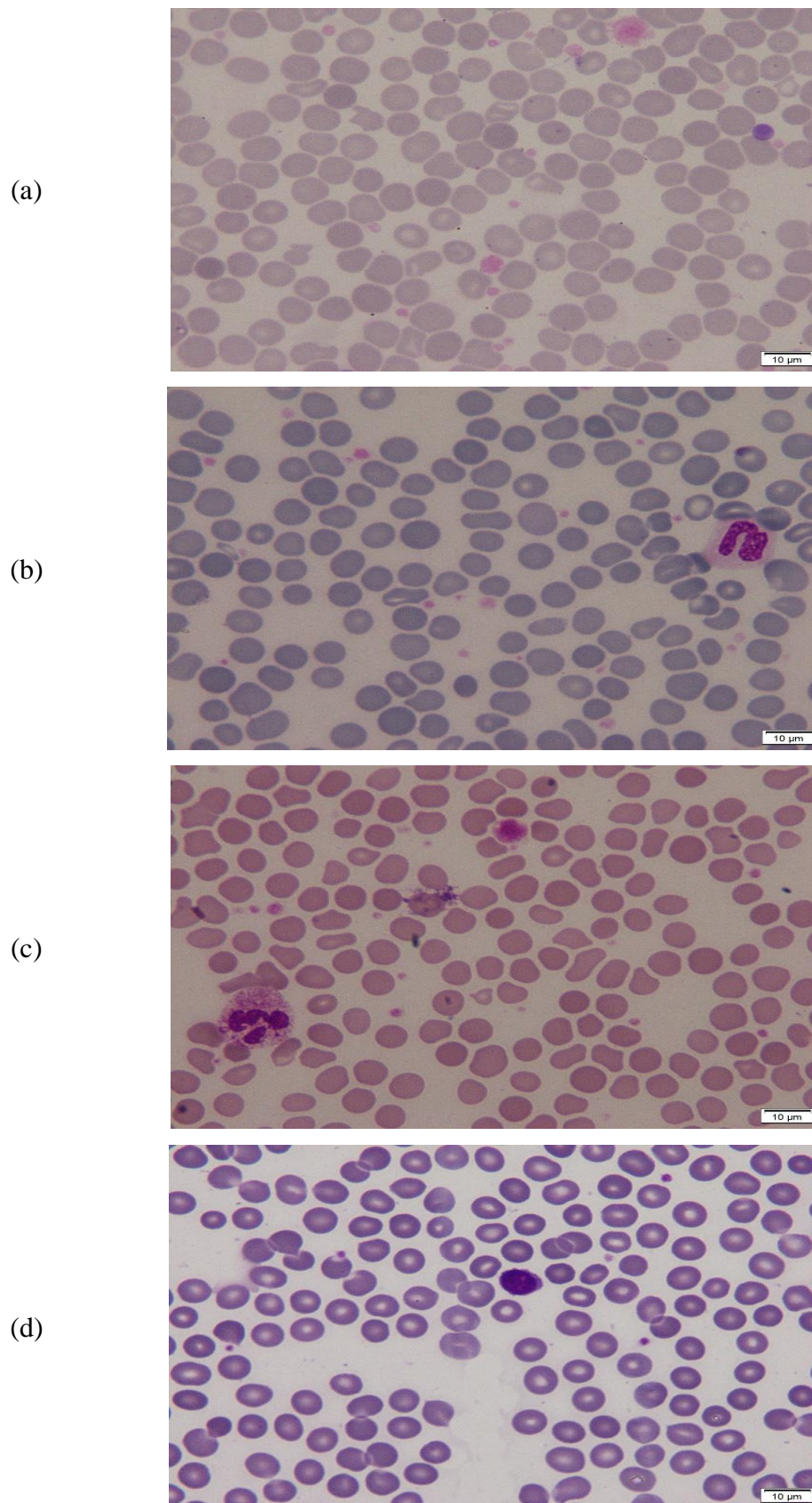
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan proses dan hasil klasifikasi sel trombosit berdasarkan tekstur fitur menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) yang selanjutnya diklasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor* dan *Backpropagation*. Kedua metode klasifikasi tersebut dibandingkan untuk mendapatkan metode klasifikasi yang paling efektif untuk proses klasifikasi sel trombosit pada citra hapusan darah tepi (*peripheral blood smear*).

4.1 Data Penelitian

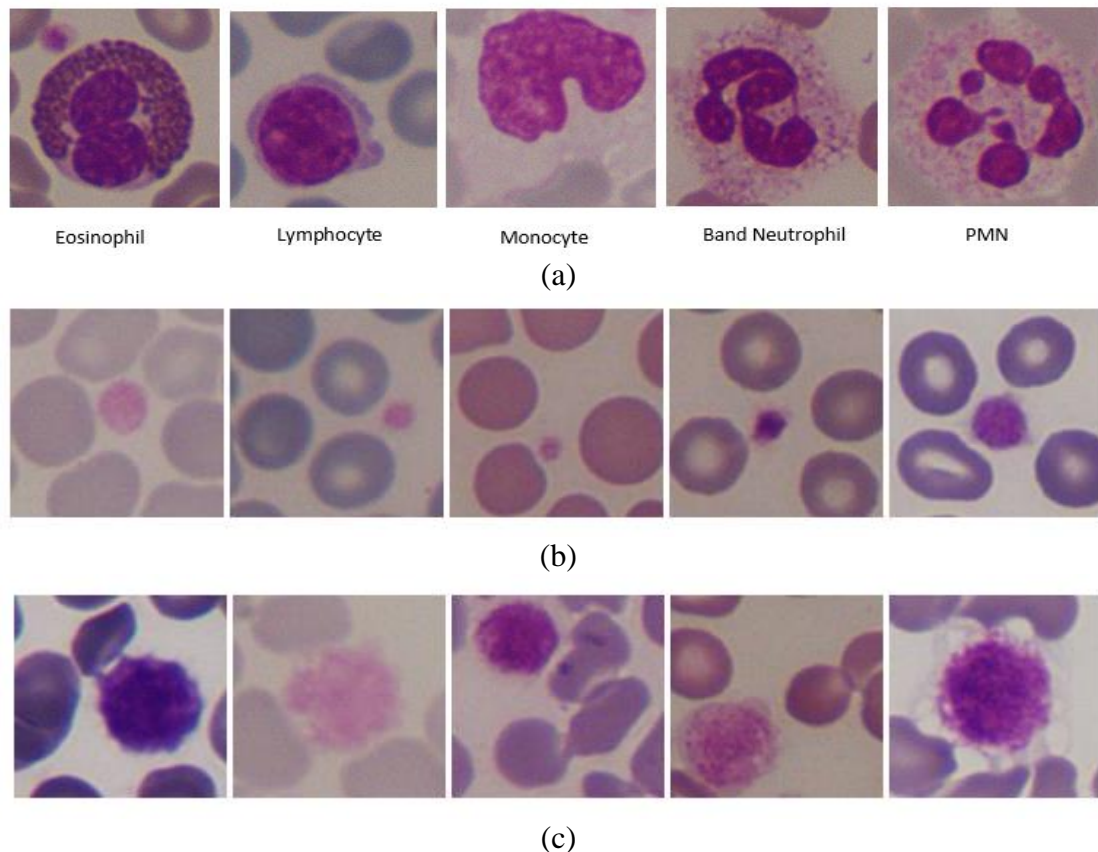
Citra masukan yang digunakan pada penelitian ini adalah citra preparat hapusan darah tepi (*peripheral blood smear*) yang berasal dari pasien sakit *Essential Thrombocythemia* (ET) dan pasien normal. Citra ini diperoleh dari beberapa laboratorium hematologi yaitu RSI Siti Hajar Sidoarjo, Laboratorium Parahita Jember dan Laboratorium Parahita Surabaya. Pengambilan citra preparat menggunakan mikroskop digital dengan perbesaran 1000x di Laboratorium Bio-Sains Politeknik Negeri Jember. Citra yang digunakan sebanyak 935 dengan ukuran 1920x1440 piksel. Citra tersebut terdiri dari citra yang digunakan sebagai data dan citra validasi hasil micrometer pada aplikasi mikroskop digital.

Citra terbagi dalam 4 kelompok berdasarkan warna hasil pengecatan larutan *Giemsa* yaitu abu-abu, biru, merah muda dan ungu. Pengelompokan ini didasarkan pada warna yang dihasilkan oleh *background* yaitu sel darah merah (eritrosit) seperti Gambar 4.1. Citra tersebut nantinya dilakukan proses *cropping* dengan ukuran sel darah terbesar yaitu *leukocyte* sehingga citra menjadi 251x 251 piksel. Citra dikelompokkan berdasarkan jenis selnya yaitu sel eosinofil, limfosit, monosit, neutrophil tersegmentasi (PMN) dan neutrofil pita (*Band Neutrophil*). Sedangkan pada sel trombosit dibagi menjadi trombosit normal dan trombosit raksasa (*giant platelet*). Pembagian kelompok tersebut dapat diperhatikan pada Gambar 4.2



Gambar 4.1 Citra asli hapusan darah tepi yang digunakan

Gambar 4.1 menunjukkan citra asli hapusan darah yang berbeda berdasarkan warna *background* atau warna sel eritrosit (a) citra berwarna keabu-abuan, (b) citra berwarna biru, (c) citra berwarna merah muda dan (d) citra berwarna ungu.



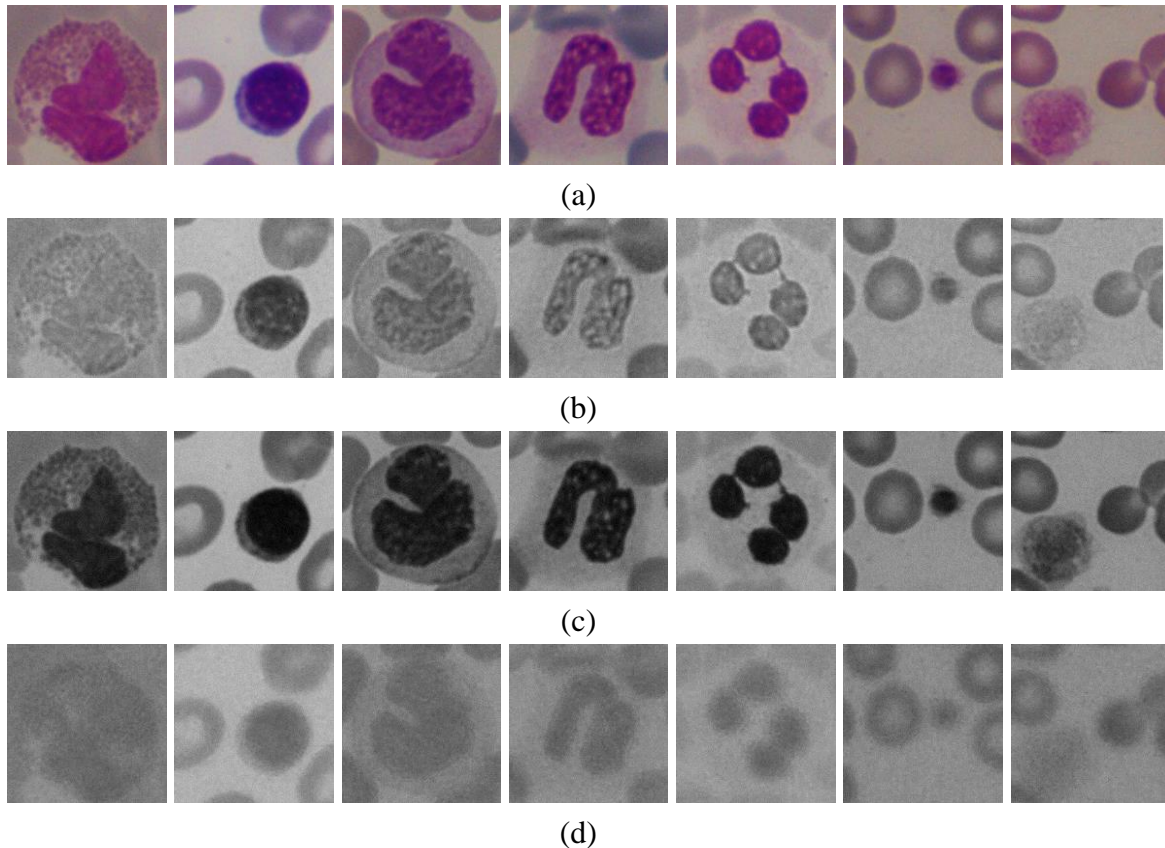
Gambar 4.2 Data set variasi (a) sel leukosit, (b) sel trombosit normal dan (c) sel trombosit raksasa (*giant platelet*).

Gambar 4.2 menunjukkan variasi dari data set sel yang digunakan (a) data set sel leukosit yang terdiri dari sel eosinofil, limfosit, monosit, neutrofil pita (*Band Neutrophil*) dan neutrophil tersegmentasi (PMN), (b) variasi ukuran sel trombosit normal yang digunakan dan (c) variasi ukuran sel trombosit raksasa (*giant platelet*) yang digunakan.

4.2 Preprocessing Citra dan Segmentasi citra

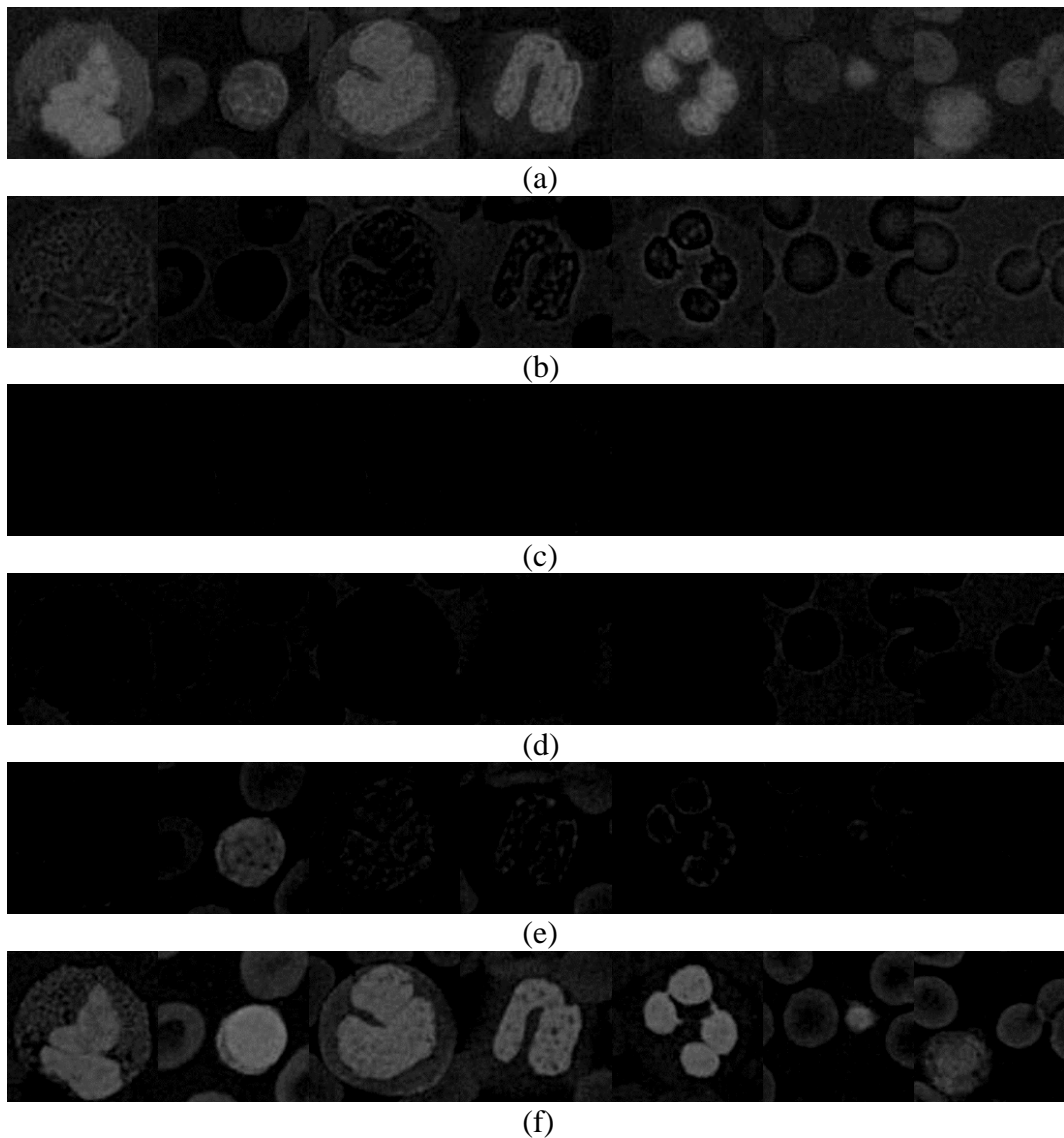
Pada proses ini citra dilakukan preprocessing citra sekaligus menghasilkan segmentasi citra. Seperti yang dijelaskan diatas citra yang digunakan berukuran 251x251 piksel dan dilakukan konversi warna dari citra RGB menuju warna

CIELab. Pada penelitian ini dilakukan proses tersebut dikarenakan ruang warna Lab digunakan untuk mereduksi dimesi warna dari tiga menjadi dua dalam ruang warna RGB. Namun pada penelitian ini, citra ruang warna RGB masih digunakan namun diambil masing-masing komponennya yaitu komponen R (Red), komponen G (Green) dan komponen (Blue) seperti pada gambar 4.3



Gambar 4.3 (a) Citra RGB sel (b) Citra sel pada komponen warna *red* (c) Citra sel pada komponen warna *green* (d) Citra sel pada komponen warna *blue*

Kemudian dari ketiga komponen tersebut dilakukan proses pengurangan dari masing-masing nilai komponen sehingga didapatkan sel yang terpisah dari *background* (eritrosit) seperti pada Gambar 4.4. Pengurangan komponen tersebut digunakan untuk mencari citra yang mampu merepresentasikan sel yang akan kita ambil.

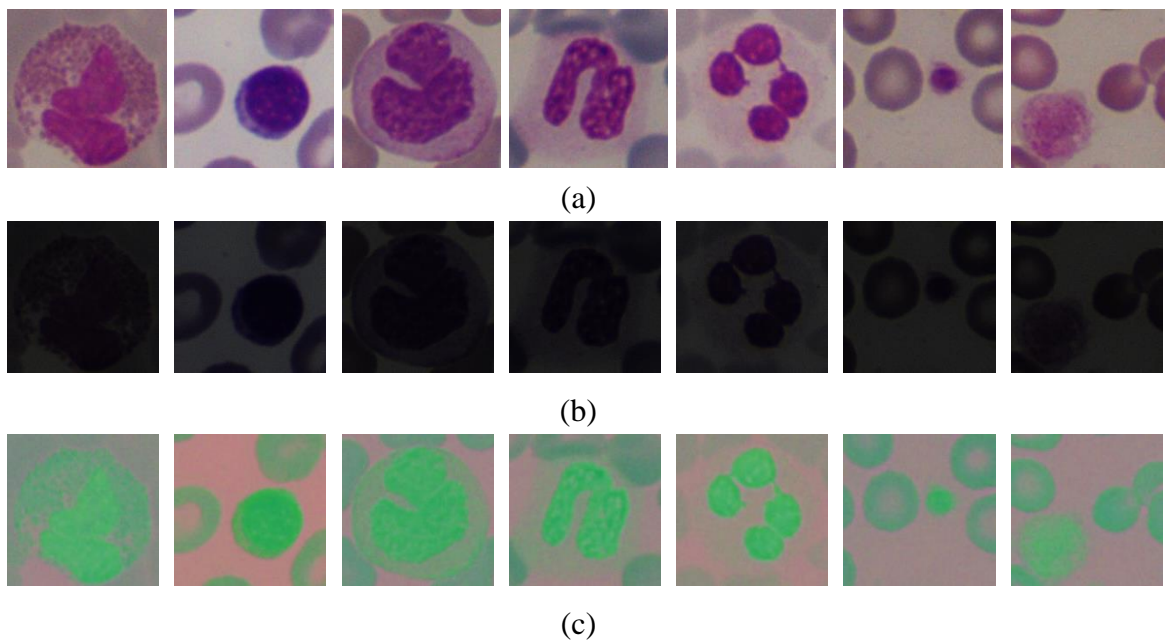


Gambar 4.4 Hasil citra segmentasi (a) citra RG, (b) citra RB, (c) citra GR, (d) citra GB, (e) citra BR dan (f) citra BG

Gambar 4.4 menunjukkan hasil citra segmentasi dimana (a) citra RG merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *Red* dengan komponen *Green*, (b) citra RB merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *Red* dengan komponen *Blue*, (c) citra GR merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *Green* dengan komponen *Red*, (d) citra GB merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *Green* dengan komponen *Blue*, (e) citra BR merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *Blue* dengan komponen *Red* dan (f) citra BG

merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *Blue* dengan komponen *Green*.

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa citra RG dan citra BG yang mampu merepresentasikan sel darah yang akan digunakan. Selain menggunakan ruang warna RGB, penelitian ini menggunakan ruang warna CIELab untuk membandingkan ruang warna yang cocok untuk klasifikasi sel trombosit, sehingga citra RGB dikonversi ke ruang warna CIELab. Proses konversi dilakukan dalam dua tahapan yaitu konversi citra RGB ke citra XYZ kemudian citra XYZ dikonversi ke citra CIELab seperti pada Gambar 4.5.

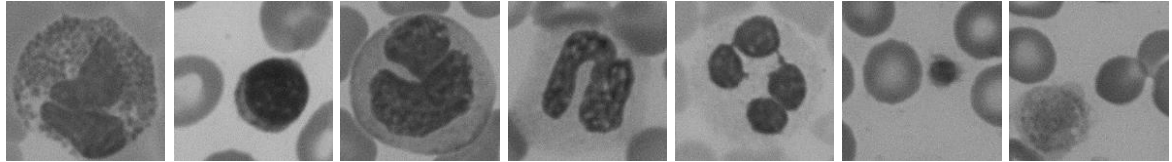


Gambar 4.5 Hasil citra RGB menjadi citra XYZ menjadi citra Lab

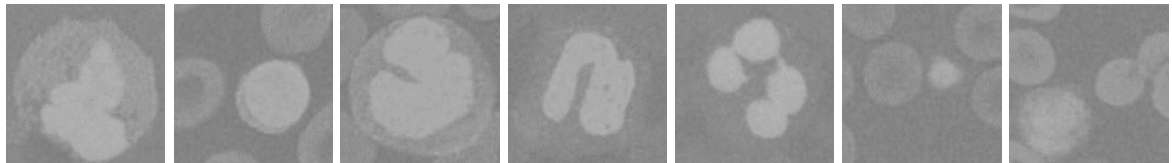
Gambar 4.5 menampilkan hasil konversi citra RGB menjadi citra ruang warna XYZ dan menjadi citra ruang warna CIELab. Citra CIELab juga di tampilkan dalam komponennya yaitu komponen L, komponen a dan komponen b seperti pada Gambar 4.6



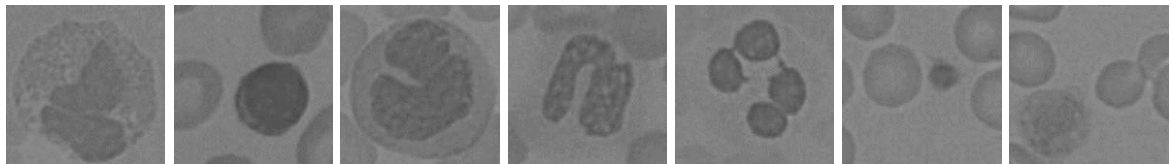
(a)



(b)



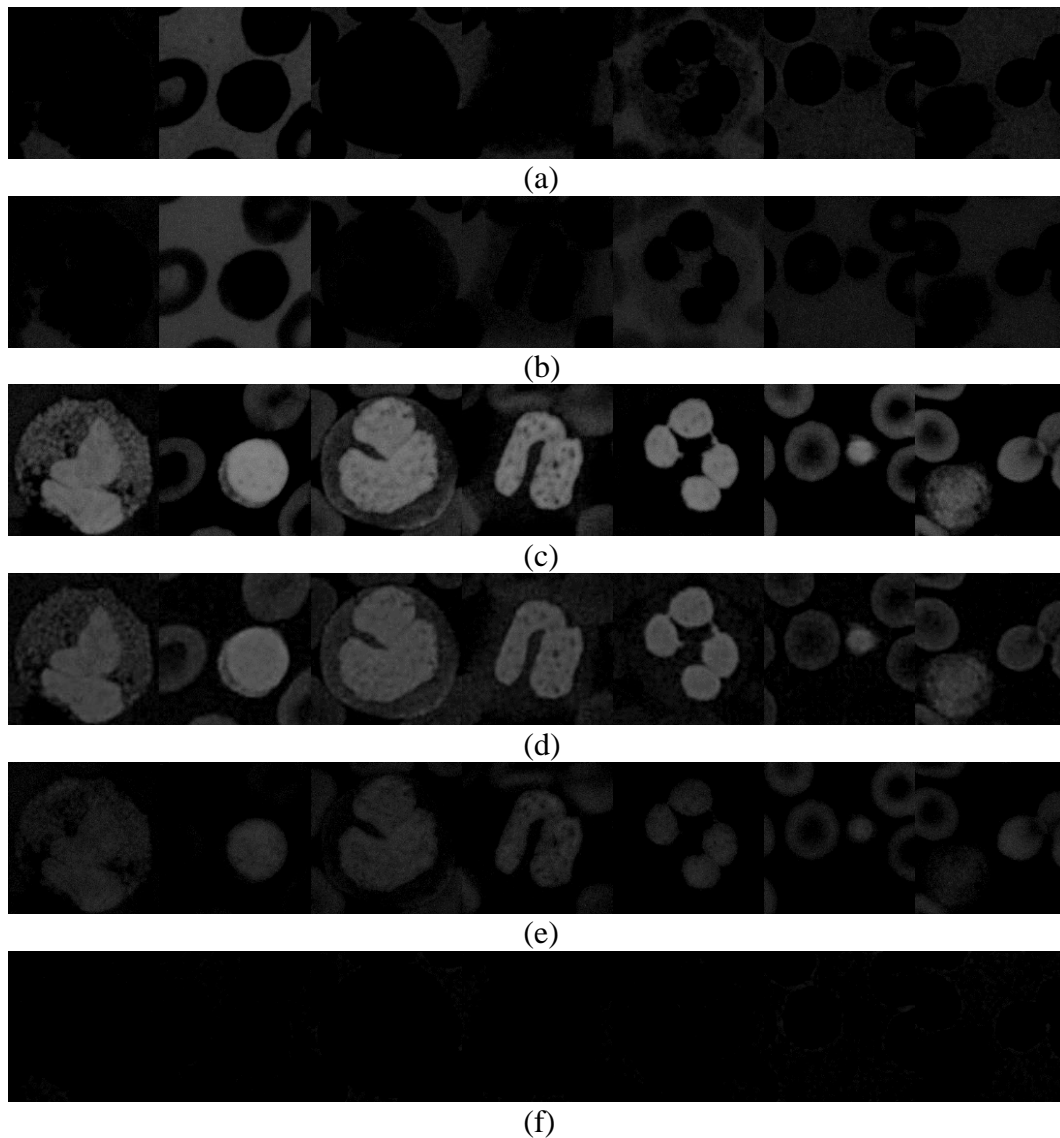
(c)



(d)

Gambar 4.6 (a) Citra CIELab sel (b) Citra sel pada komponen *Lightness* (c) Citra sel pada komponen warna *a* (d) Citra sel pada komponen warna *b*

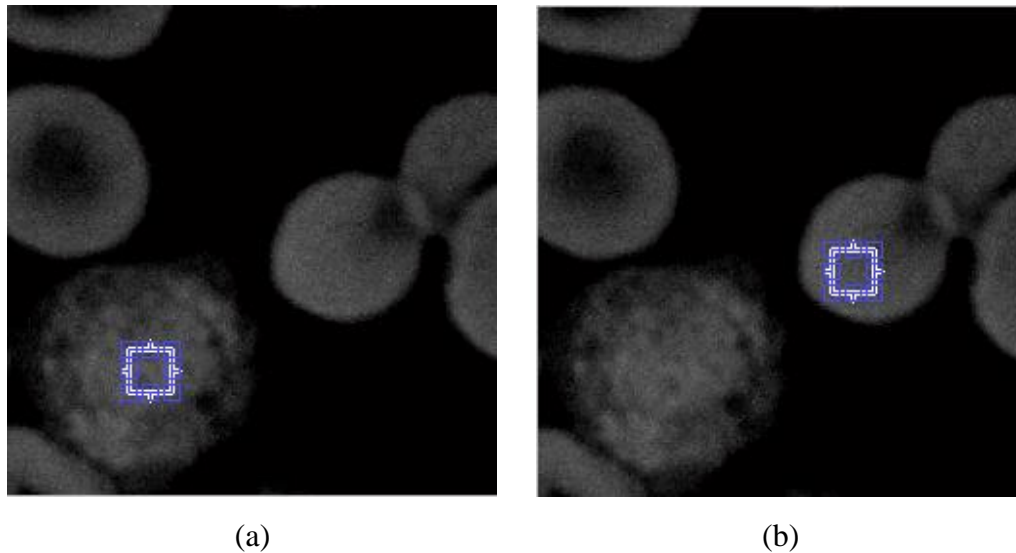
Gambar 4.6 menunjukkan (a) citra CIELab sel yang kemudian ditampilkan pada citra komponen yaitu (b) citra sel pada komponen *Lightness* (L), (c) citra sel pada komponen warna *a* dan (d) citra sel pada komponen warna *b*. Kemudian dilakukan proses pengurangan dari masing-masing nilai komponen sehingga didapatkan sel yang terpisah dari *background* (eritrosit) seperti Gambar 4.7



Gambar 4.7 Hasil citra segmentasi (a) citra LA, (b) citra LB, (c) citra AL, (d) citra AB, (e) citra BL dan (f) citra BA

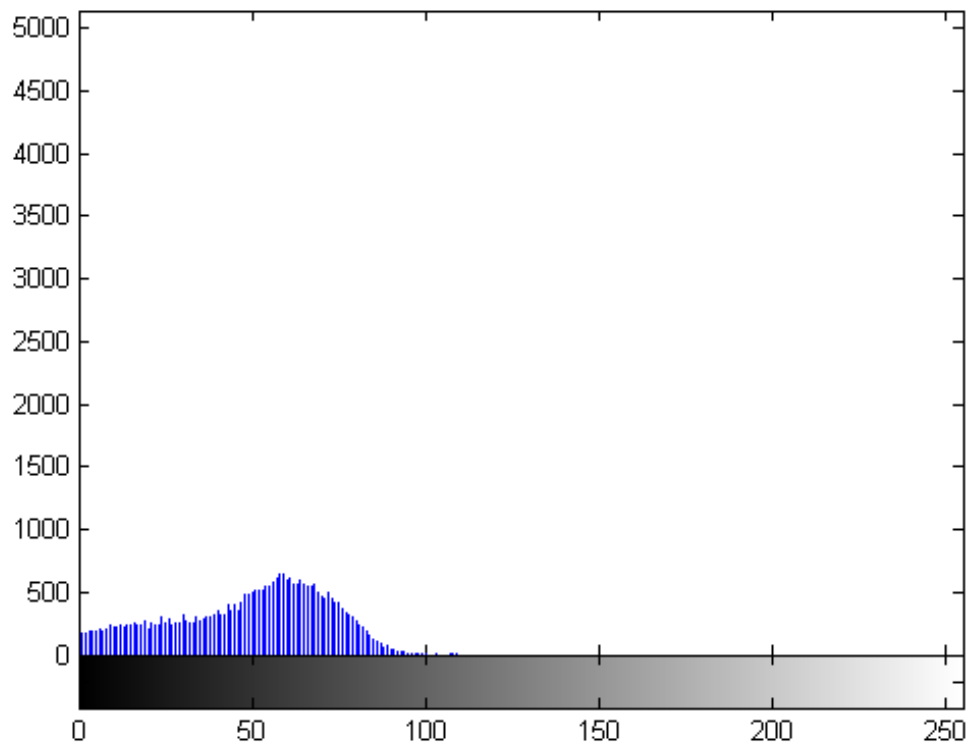
Gambar 4.7 menunjukkan hasil citra segmentasi dimana (a) citra LA merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *Lightness* dengan komponen *a*, (b) citra LB merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *Lightness* dengan komponen *b*, (c) citra AL merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *a* dengan komponen *Lightness*, (d) citra AB merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *a* dengan komponen *b*, (e) citra BL merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *b* dengan komponen *Lightness* dan (f) citra BA merupakan citra yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen

b dengan komponen *a*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa citra yang dapat merepresentasikan informasi tentang sel adalah citra AL dan AB. Citra BL tidak dapat digunakan karena sel trombosit normal tidak terlihat. Segmentasi citra tidak optimal karena nilai keabuan antara *eritrosit* mirip dengan nilai keabuan trombosit seperti pada Gambar 4.8



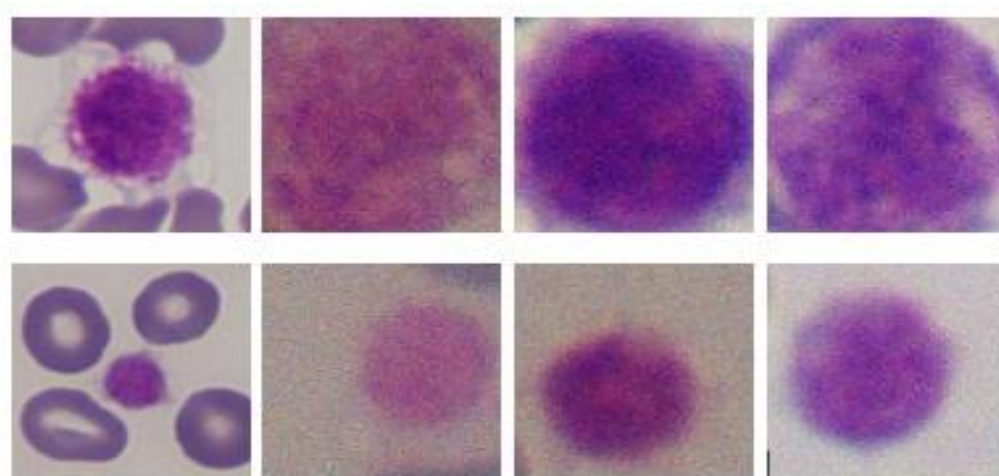
Gambar 4.8 Nilai *gray level* (a) *giant platelet* dan (b) *erythrocyte* dan histogram citra AL

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa nilai *gray level* sel trombosit raksasa (*giant platelet*) memiliki rentang nilai yang mirip dengan nilai *gray level background* (*erythrocyte*) pada citra AL. Nilai *gray level* pada *giant platelet* yaitu sebesar 80 sedangkan background atau sel eritrosit, nilai *gray levelnya* yaitu sebesar 81. Hal tersebut juga dibuktikan dengan sebaran nilai *gray level* pada histogram dari citra AL seperti pada Gambar 4.9. Dari sebaran tersebut dapat dilihat bahwa puncak tertinggi nilai *gray level* terletak pada rentang 50 sampai 80.

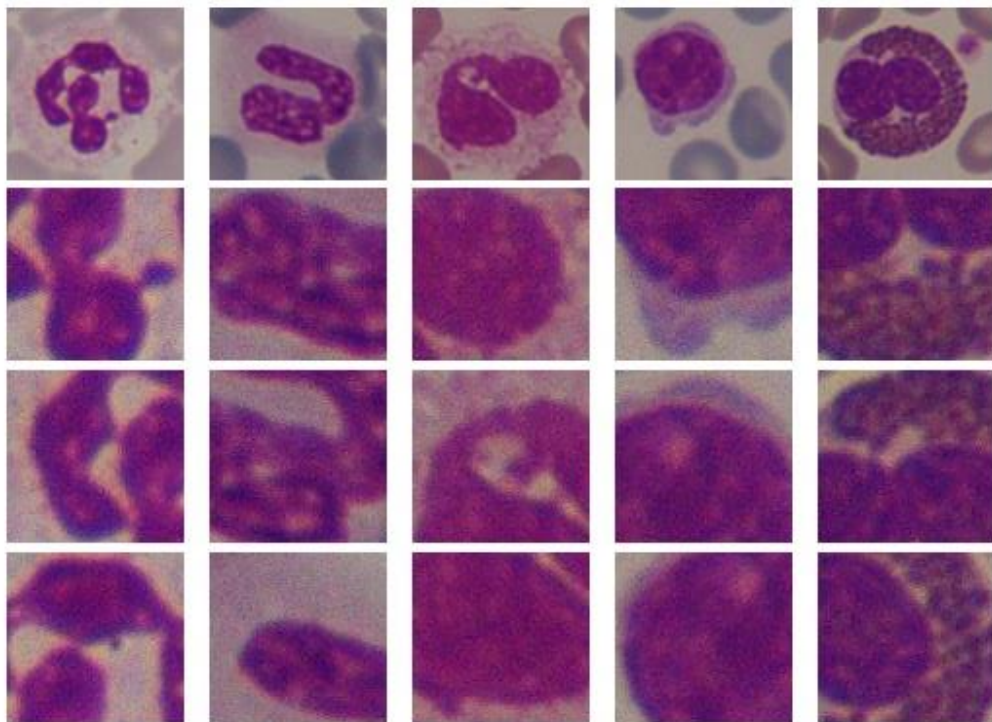


Gambar 4.9 Histogram citra AL

Oleh sebab itu citra kembali dilakukan proses *cropping* berdasarkan tekstur sel trombosit, sel trombosit raksasa dan sel leukosit seperti pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11



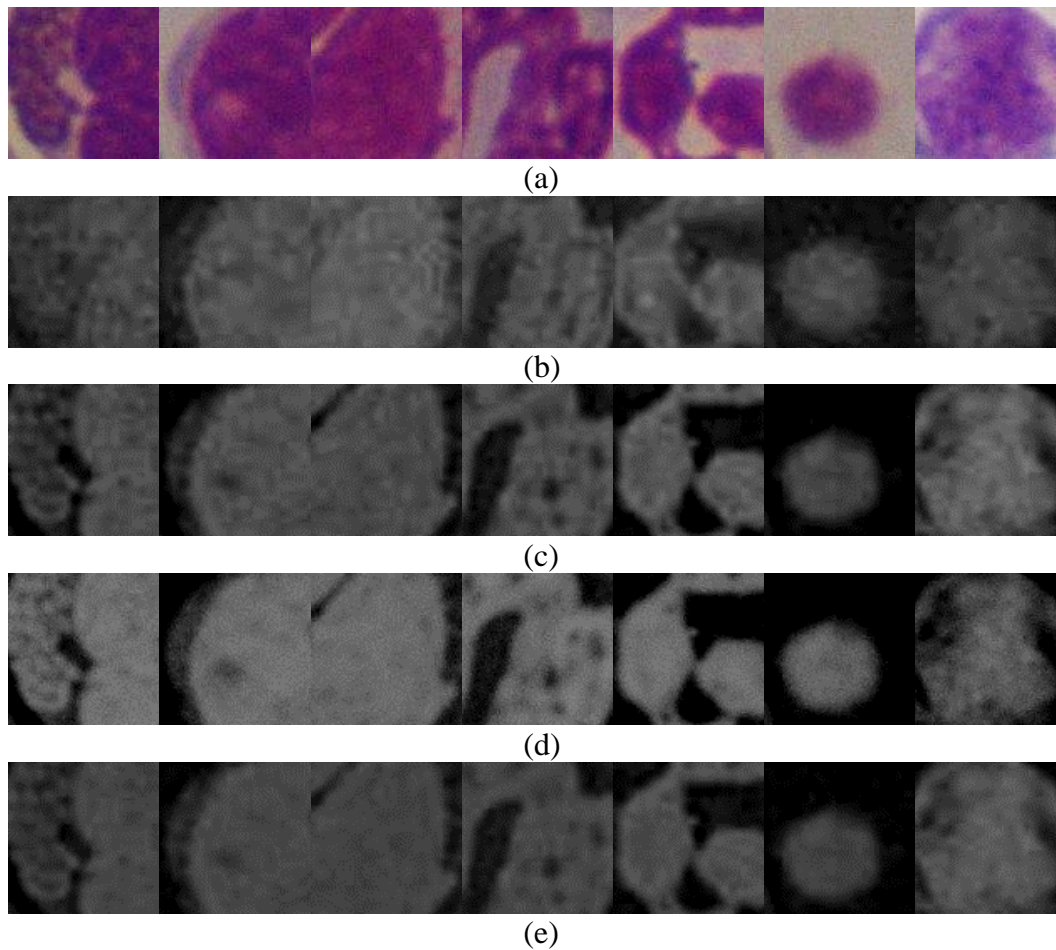
Gambar 4.10 Data tekstur sel *giant platelet* (atas) dan *normal platelet* (bawah).



Gambar 4.11 Data tekstur sel leukosit berdasarkan jenisnya.

Gambar 4.10 menunjukkan variasi dataset sel trombosit raksasa (*giant platelet*) yang ditunjukkan pada gambar atas sedangkan pada gambar bawah, variasi dataset sel trombosit normal. Gambar 4.11 menunjukkan variasi dataset sel leukosit berdasarkan jenisnya dari kiri ke kanan yaitu neutrofil tersegmentasi (*polymorphonuclear / PMN*), neutrofil berpita (*band neutrophil*), monosit, limfosit dan eosinofil.

Langkah selanjutnya yaitu mengolah citra RG, citra BG, citra AL dan citra AB seperti langkah pada penjelasan diatas dan ditunjukkan pada Gambar 4.12 menunjukkan hasil citra ruang warna RGB yang telah disegmentasi menjadi citra RG, citra BG, citra AL dan citra AB.



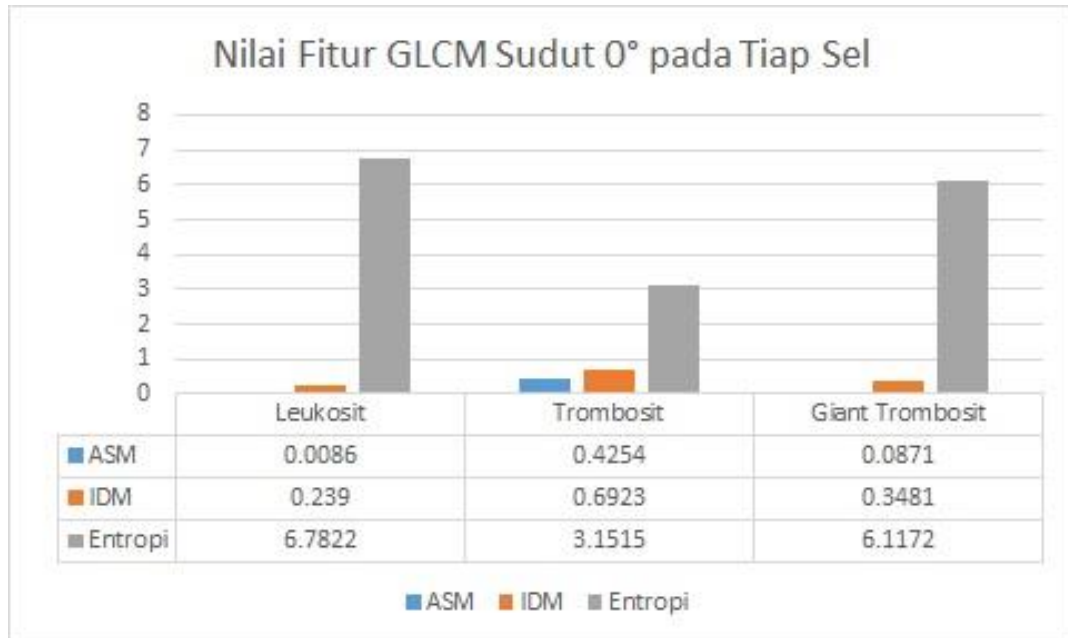
Gambar 4.12 (a) citra asli RGB, (b) citra RG, (c) citra BG, (d) citra AL, (e) citra AB.

Gambar 4.12 (a) citra asli RGB, (b) citra segmentasi yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *Red* dengan komponen *Green*, (c) citra segmentasi yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *Blue* dengan komponen *Green*, (d) citra segmentasi yang dihasilkan dari pengurangan citra komponen *a* dengan komponen *Lightness* dan (e) citra segmentasi yang dihasilkan dari pengurangan pengurangan citra komponen *a* dengan komponen warna *b*.

4.3 Ekstraksi Fitur

Setelah mendapatkan citra segmentasi (citra sel yang telah terpisah dari *background*), proses yang selanjutnya dilakukan adalah proses ekstraksi fitur menggunakan GLCM untuk mencari perbedaan tekstur dari sel *normal platelet*, *giant platelet* dan sel *leukocyte*. Fitur-fitur yang digunakan adalah *Angular Second*

Moment (ASM), *Invers Different Moment* (IDM) dan Entropi. Sudut yang digunakan adalah 0° , 45° , 90° dan 135° .



Gambar 4.13 Nilai fitur glcm sudut 0° pada tiap sel darah.

Gambar 4.13 menunjukkan nilai rata-rata sel darah dari fitur GLCM sudut 0° . Pada gambar diatas juga dapat dilihat adanya kemiripan nilai dari kelas leukosit (*leukocyte*) dan giant trombosit (*giant platelet*). Hal ini terjadi karena adanya kedekatan nilai aras keabuan (*gray level*) dari kedua kelas tersebut sehingga mempengaruhi nilai fitur dari GLCM yaitu *angular second moment* (ASM), *invers different moment* (IDM) dan entropi.

4.4 Klasifikasi

Proses klasifikasi terbagi menjadi 3 (tiga) kelas diantaranya adalah :

- Kelas I menyatakan sel *leukocyte*
- Kelas II menyatakan sel *normal platelet*
- Kelas III menyatakan sel *giant platelet*

Parameter uji coba merupakan bagian penting dari percobaan yang menentukan hasil akhir identifikasi. Pada percobaan ini, parameter uji coba yang digunakan sebagai berikut :

1. Tipe citra : bitmap/bmp
2. Ukuran citra : 91x91 piksel
3. Jumlah data *training* : 250 data
4. Jumlah data *testing*: 98 data

4.5 K-Nearest Neighbor

Proses klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dengan data training sebanyak 250 dan data testing sebanyak 98. Pada penelitian ini digunakan nilai k yaitu 1, 3, 5, 7 dan 9 pada masing-masing citra AL, citra AB, citra BG dan citra RG. Tabel 4.1 menunjukkan presentase keberhasilan KNN dalam mengklasifikasi dan mengenali sel.

Tabel 4.1 Presentase pengenalan data berdasarkan nilai k

K	Data Benar	Data Salah	Presentase pengenalan (%)
Pada Citra AB			
1	77	21	78.57
3	78	20	79.59
5	79	19	80.61
7	76	22	77.55
9	78	20	79.59
Average			79.18
Pada Citra AL			
1	73	25	74.49
3	81	17	82.65
5	84	14	85.71
7	85	13	86.73
9	85	13	86.73
Average			83.26
Pada Citra BG			
1	80	18	81.63
3	81	17	82.65
5	82	16	83.67
7	82	16	83.67
9	83	15	84.69
Average			83.26
Pada Citra RG			
1	71	27	72.45
3	81	17	82.65
5	79	19	80.61
7	80	18	81.63
9	82	16	83.67
Average			80.20

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa ketika nilai $k = 1$, presentase akurasi metode KNN pada semua citra paling rendah kecuali pada citra AB dimana akurasi paling rendah di dapatkan pada nilai $k = 7$. Pada citra AB jika nilai $k = 7$ maka presentase KNN dalam mengenali sel adalah 77.55 % sedangkan presentase akurasi terbaik untuk citra AB adalah 80.61% dengan nilai $k = 5$. Pada citra AL, presentase akurasi terendah adalah 74.49 % dengan nilai $k = 1$ sedangkan akurasi tertinggi saat nilai $k = 7$ dan $k = 9$ yaitu 86.73 %. Pada citra BG presentase akurasi terendah adalah 81.63 % dengan nilai $k = 1$, presentase citra BG dengan akurasi tertinggi yaitu 84.69 % dengan nilai $k = 9$. Pada citra RG, presentase akurasi terendah ketika nilai $k = 1$ sehingga mendapatkan akurasi sebesar 72.45 %. Akurasi tertinggi didapatkan saat nilai $k = 9$ yaitu sebesar 83.67%.

Dapat disimpulkan bila akurasi keberhasilan pada metode KNN dalam mengklasifikasi dan mengenali sel darah bergantung pada nilai k . Semakin besar nilai k , akurasi keberhasilan klasifikasi dan pengenalan sel semakin tinggi, begitupula dengan sebaliknya. Citra AL merupakan citra yang mampu merepresentasikan sel darah (*leukocyte*, *normal platelet* dan *giant platelet*) dengan baik untuk ruang warna CIELab, sedangkan citra BG mampu merepresentasikan sel darah dengan baik untuk ruang warna RGB. Untuk memperjelas akurasi metode *K-Nearest Neighbor* dalam mengklasifikasi dan mengenali masing-masing sel darah dijelaskan pada sub-bab 4.5.1 sampai sub-bab 4.5.3

4.5.1 *K-Nearest Neighbor* untuk *Leukocyte*

Tabel 4.2 Hasil Klasifikasi Leukocyte dengan nilai $k = 1$

Leukocyte	TP	FP	FN	TN
AB	67	11	3	17
AL	57	9	13	19
BG	65	7	5	21
RG	56	8	14	20
Total	245	35	35	77

Dari nilai pada Tabel 4.2, maka didapatkan TPR (*true positive rate*), FPR (*false positive rate*) dan akurasi sebagai berikut :

$$TPR = \frac{245}{245 + 35} = 0.875 \qquad FPR = \frac{35}{35 + 77} = 0.3125$$

$$Accuracy = \frac{245 + 77}{245 + 35 + 35 + 77} \times 100\% = 82.14\%$$

Pada pengujian kelas *leukocyte* metode KNN dengan $k = 1$ memiliki sensitivity 0.875 dan specificity 0.3125 sehingga akurasi metode KNN mengklasifikasi *leukocyte* sebesar 82.14%

Tabel 4.3 Hasil Klasifikasi Leukocyte dengan nilai $k = 9$

Leukocyte	TP	FP	FN	TN
AB	67	11	3	17
AL	70	11	1	17
BG	69	9	1	19
RG	66	7	4	21
Total	272	38	9	74

Dari nilai pada Tabel 4.3, maka didapatkan TPR (*true positive rate*), FPR (*false positive rate*) dan akurasi sebagai berikut :

$$TPR = \frac{272}{272 + 9} = 0.97 \qquad FPR = \frac{38}{38 + 74} = 0.34$$

$$Accuracy = \frac{272 + 74}{272 + 38 + 74 + 9} \times 100\% = 88.04\%$$

Pada pengujian kelas *leukocyte* metode KNN memiliki sensitivity 0.875 dan specificity 0.34 sehingga akurasi metode KNN mengklasifikasi *leukocyte* sebesar 88.04%. Metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dapat mengklasifikasi dan mengenali secara akurat sel *leukocyte* pada citra AB, AL, BG dan RG ketika nilai $k = 9$ dengan mendapatkan akurasi terbaik sebesar 88.04%.

4.5.2 *K-Nearest Neighbor* untuk *Normal Platelet*

Tabel 4.4 Hasil Klasifikasi *Normal Platelet* dengan nilai $k = 1$

N. Platelet	TP	FP	FN	TN
AB	7	2	7	82
AL	11	1	3	83
BG	7	2	7	82
RG	10	5	4	79
Total	35	10	21	326

Dari nilai pada Tabel 4.4 maka didapatkan TPR (*true positive rate*), FPR (*false positive rate*) dan akurasi sebagai berikut :

$$TPR = \frac{35}{35 + 21} = 0.625$$

$$FPR = \frac{10}{10 + 326} = 0.029$$

$$Accuracy = \frac{35 + 326}{35 + 10 + 21 + 326} \times 100\% = 92.09\%$$

Pada pengujian kelas *normal platelet* metode KNN memiliki sensitivity 0.625 dan *specificity* 0.029 sehingga akurasi metode KNN mengklasifikasi *normal platelet* sebesar 92.09%

Tabel 4.5 Hasil Klasifikasi *Normal Platelet* dengan nilai $k = 9$

N. Platelet	TP	FP	FN	TN
AB	8	1	6	83
AL	12	1	2	83
BG	7	0	7	84
RG	11	3	3	81
Total	38	5	18	331

Dari nilai pada Tabel 4.5 maka didapatkan TPR (*true positive rate*), FPR (*false positive rate*) dan akurasi sebagai berikut :

$$TPR = \frac{38}{38 + 18} = 0.68$$

$$FPR = \frac{5}{5 + 331} = 0.014$$

$$Accuracy = \frac{38 + 331}{38 + 5 + 331 + 18} \times 100\% = 94.13\%$$

Pada pengujian kelas *normal platelet* metode KNN memiliki sensitivity 0.68 dan *specificity* 0.014 sehingga akurasi metode KNN mengklasifikasi *normal platelet* sebesar 94.13%. Metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dapat mengklasifikasi dan mengenali secara akurat sel *normal platelet* pada citra AB, AL, BG dan RG ketika nilai $k = 9$ dengan mendapatkan akurasi terbaik sebesar 94.13%.

4.5.3 *K-Nearest Neighbor* untuk *Giant Platelet*

Tabel 4.6 Hasil Klasifikasi *Giant Platelet* dengan nilai $k = 1$

<i>Giant Platelet</i>	TP	FP	FN	TN
AB	3	8	11	76
AL	5	15	9	69
BG	7	2	7	82
RG	10	5	4	79
Total	25	30	31	306

Dari nilai pada Tabel 4.6 maka didapatkan TPR (*true positive rate*), FPR (*false positive rate*) dan akurasi sebagai berikut :

$$TPR = \frac{25}{25 + 31} = 0.446 \quad FPR = \frac{30}{30 + 306} = 0.089$$

$$Accuracy = \frac{25 + 306}{25 + 30 + 31 + 306} \times 100\% = 84.44\%$$

Pada pengujian kelas *giant platelet* metode KNN dengan $k = 1$ memiliki sensitivity 0.446 dan specificity 0.089 sehingga akurasi metode KNN mengklasifikasi *giant platelet* sebesar 84.44%.

Tabel 4.7 Hasil Klasifikasi *Giant Platelet* dengan nilai $k = 9$

<i>Giant Platelet</i>	TP	FP	FN	TN
AB	3	8	11	76
AL	3	1	11	83
BG	7	6	7	78
RG	5	6	9	78
Total	18	21	38	315

Dari nilai pada Tabel 4.7, maka didapatkan TPR (*true positive rate*), FPR (*false positive rate*) dan akurasi sebagai berikut :

$$TPR = \frac{18}{18 + 38} = 0.32 \quad FPR = \frac{21}{21 + 315} = 0.0625$$

$$Accuracy = \frac{18 + 315}{18 + 315 + 21 + 38} \times 100\% = 84.95\%$$

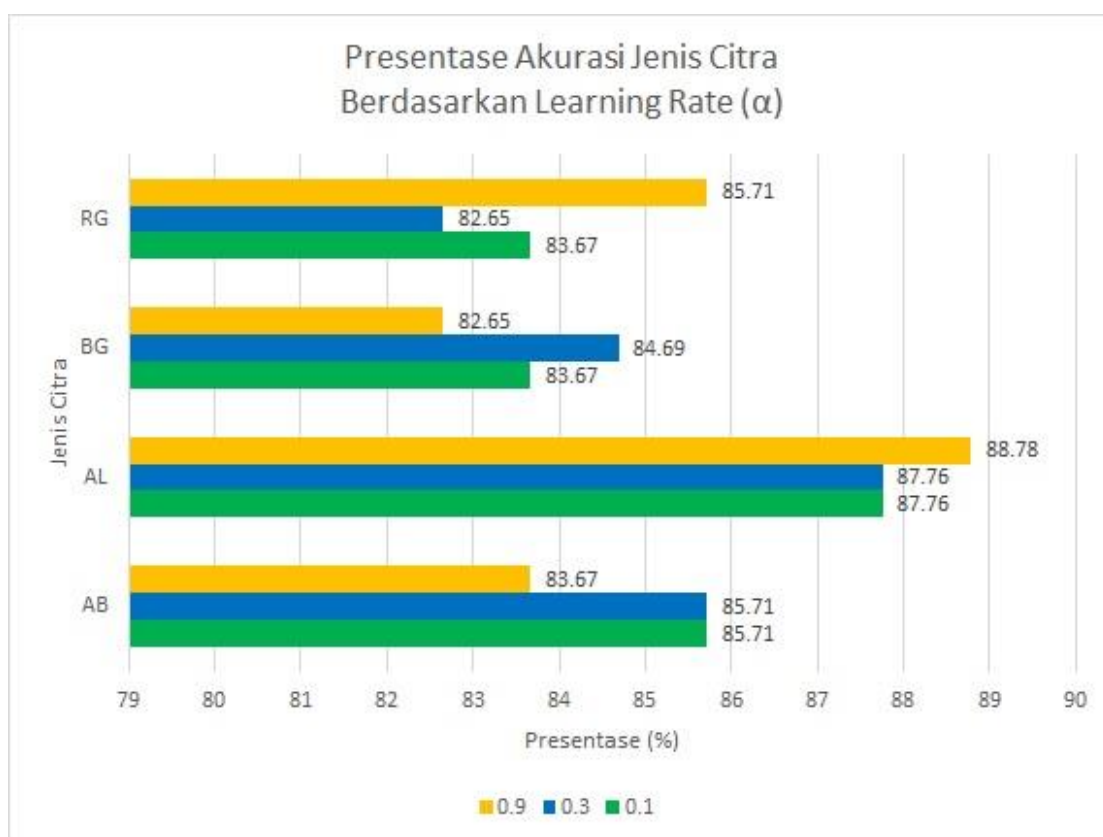
Pada pengujian kelas *giant platelet* metode KNN memiliki sensitivity 0.32 dan specificity 0.0625 sehingga akurasi metode KNN mengklasifikasi *giant platelet* sebesar 84.95%. Metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dapat mengklasifikasi dan mengenali secara akurat sel *giant platelet* pada citra AB, AL, BG dan RG ketika nilai $k = 9$ dengan mendapatkan akurasi terbaik sebesar 84.95%.

4.6 Backpropagation

Metode klasifikasi kedua yang dilakukan pada penelitian ini adalah *feed forward backpropagation*. *Backpropagation* juga dikenal dengan nama *multi layer perceptron* (MLP). Jumlah data training yaitu 250 citra yang terdiri dari 150 citra

leukocyte (30 citra eosinofil, 30 citra limfosit, 30 citra monosit, 30 citra band neutrofil dan 30 citra PMN), 50 citra *normal platelet* dan 50 citra *giant platelet*. Sedangkan jumlah citra data testing yaitu 98 citra yang terdiri dari 70 citra *leukocyte*, 14 citra *normal platelet* dan 14 citra *giant platelet*.

Penentuan layer tersembunyi (*hidden layer*) pada penelitian ini menggunakan perhitungan yaitu penjumlahan atribut input dengan jumlah output dibagi 2 sehingga didapatkan jumlah neuron *hidden layer* berjumlah 7. Penentuan laju pelatihan (*learning rate*) dilakukan menggunakan proses percobaan yang ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Presentase akurasi jenis citra berdasarkan *learning rate* α

Gambar 4.14 menunjukkan tingkat akurasi metode klasifikasi berdasarkan laju pembelajaran (*learning rate*) yang digunakan. Pada gambar tersebut dilakukan percobaan menggunakan nilai α yaitu 0.1, 0.3 dan 0.9. Gambar diatas juga menunjukkan bahwa nilai α yang paling tepat adalah 0.3, selain karena keempat

jenis citra tersebut menunjukkan presentase akurasi yang lebih baik meskipun proses pelatihan akan semakin lama bila dibandingkan nilai α sama dengan 0.9.

Parameter uji coba yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Training function* : Backpropagation
2. Jumlah neuron pada *Hidden layer* : 7
3. Jumlah neuron masukan : 12
4. Jumlah neuron keluaran : 3
5. *Transfer function* : sigmoid biner
6. *Learning rate* : 0.3
7. *Epoch* : 500

Berikut ini hasil dari percobaan klasifikasi sel darah menggunakan metode klasifikasi backpropagation dengan parameter uji coba diatas. Hasil presentase akurasi metode klasifikasi backpropagation dalam mengklasifikasi dan mengenali sel ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Presentase akurasi dalam klasifikasi dan mengenali sel menggunakan *Backpropagation*

Citra	Data Benar	Data Salah	Presentase Kebenaran (%)
AB	80	18	85.71
AL	86	12	87,76
BG	83	15	84.69
RG	82	16	82.65

Nilai pada Tabel 4.8 menunjukkan bahwa metode klasifikasi *backpropagation* mampu mengklasifikasi dan mengenali sel berdasarkan 3 kelas yaitu *leukocyte*, *normal platelet* dan *giant platelet*. Presentase akurasi untuk mengenali sel pada citra AB sebesar 85.71% sedangkan pada citra AL akurasinya sebesar 87.75%. Pada citra BG akurasi metode *backpropagation* mampu mengklasifikasi dan mengenali sel sebesar 84.69% sedangkan pada citra RG akurasinya sebesar 83.67%.

Jadi dapat disimpulkan bahwa citra AL adalah citra yang mampu merepresentasikan sel darah (*leukocyte*, *normal platelet* dan *giant platelet*) dengan

baik untuk ruang warna CIELab, sedangkan citra BG mampu merepresentasikan sel darah dengan baik untuk ruang warna RGB. Untuk memperjelas akurasi metode *Backpropagation* dalam mengklasifikasi dan mengenali masing-masing sel darah dijelaskan pada sub-bab 4.6.1 sampai sub-bab 4.6.3

4.6.1 *Backpropagation untuk Leukocyte*

Tabel 4.9 Hasil Klasifikasi *Leukocyte* berdasarkan citra menggunakan *Backpropagation*

Leukocyte	TP	FP	FN	TN
AB	68	5	2	23
AL	70	9	0	19
BG	66	4	4	24
RG	63	7	7	21
Total	267	25	13	87

Dari nilai pada Tabel 4.9 maka didapatkan TPR (*true positive rate*), FPR (*false positive rate*) dan akurasi sebagai berikut :

$$TPR = \frac{267}{267 + 13} = 0.954 \quad FPR = \frac{25}{25 + 87} = 0.223$$

$$Accuracy = \frac{267 + 87}{267 + 25 + 13 + 87} \times 100\% = 90.31\%$$

Pada pengujian kelas *leukocyte* metode *backpropagation* memiliki sensitivity 0.954 dan *specificity* 0.223. Metode *backpropagation* mampu mengklasifikasi dan mengenali secara akurat sel *leukocyte* pada citra AB, AL, BG dan RG sebesar 90.31%.

4.6.2 *Backpropagation untuk Normal Platelet*

Tabel 4.10 Hasil Klasifikasi *Normal Platelet* berdasarkan citra menggunakan *Backpropagation*

<i>Normal Platelet</i>	TP	FP	FN	TN
AB	7	0	7	84
AL	12	1	2	83
BG	7	0	7	84
RG	11	4	3	80
Total	37	5	19	331

Dari nilai pada Tabel 4.10 maka didapatkan TPR (*true positive rate*), FPR (*false positive rate*) dan akurasi sebagai berikut :

$$TPR = \frac{37}{37 + 19} = 0.661 \qquad FPR = \frac{5}{5 + 331} = 0.015$$

$$Accuracy = \frac{37 + 331}{37 + 5 + 19 + 331} \times 100\% = 93.88\%$$

Pada pengujian kelas *normal platelet* metode *Backpropagation* memiliki sensitivity 0.661 dan *specificity* 0.015. Metode *Backpropagation* mampu mengklasifikasi dan mengenali secara akurat sel *normal platelet* pada citra AB, AL, BG dan RG sebesar 93.88%.

4.6.3 Backpropagation untuk Giant Platelet

Tabel 4.11 Hasil Klasifikasi *Giant Platelet* berdasarkan citra menggunakan *Backpropagation*

<i>Giant Platelet</i>	TP	FP	FN	TN
AB	9	9	5	75
AL	4	2	10	82
BG	10	11	4	73
RG	7	6	7	78
Total	30	28	26	308

Dari nilai pada Tabel 4.11 maka didapatkan TPR (*true positive rate*), FPR (*false positive rate*) dan akurasi sebagai berikut :

$$TPR = \frac{30}{30 + 26} = 0.536 \qquad FPR = \frac{28}{28 + 308} = 0.083$$

$$Accuracy = \frac{30 + 308}{30 + 28 + 26 + 308} \times 100\% = 86.22\%$$

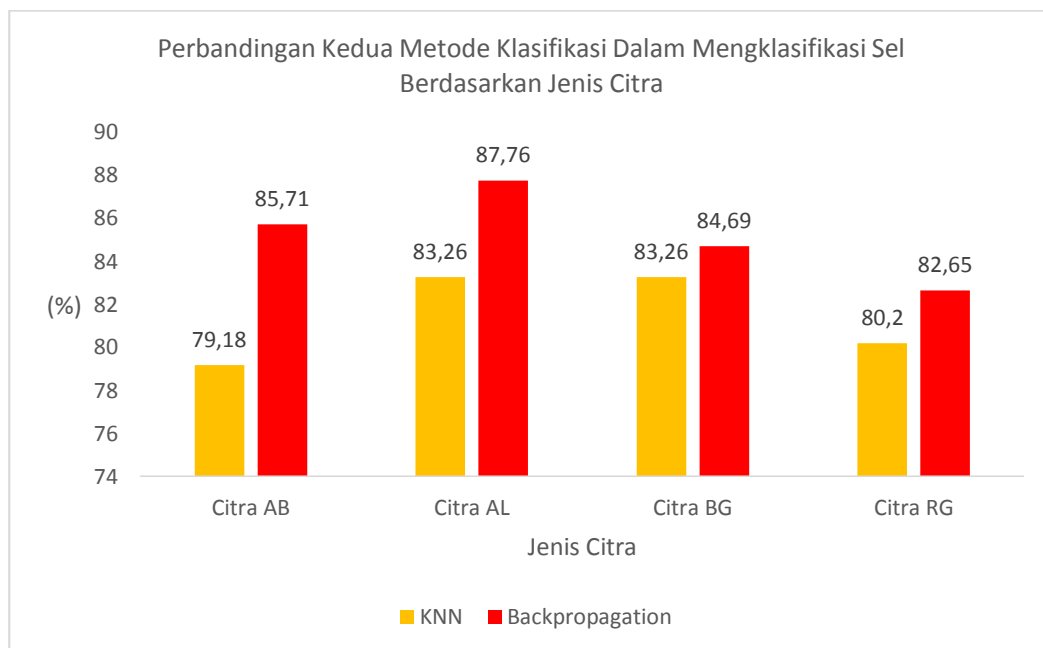
Pada pengujian kelas *giant platelet* metode *Backpropagation* memiliki sensitivity 0.536 dan *specificity* 0.083. Metode *Backpropagation* mampu mengklasifikasi dan mengenali secara akurat sel *giant platelet* pada citra AB, AL, BG dan RG sebesar 86.22%.

4.7 Perbandingan Metode Klasifikasi

Pada penelitian ini digunakan dua metode klasifikasi yaitu *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Backpropagation* (MLP). Data pelatihan sebanyak 250 data

citra dan data pengujian sebanyak 98 data citra. Data citra dibagi menjadi 3 (tiga) kelas yaitu *Leukocyte*, *Normal Platelet* dan *Giant Platelet*. Data citra menggunakan 4 (empat) buah warna citra yaitu citra AB dan AL yang mewakili ruang warna CIELab dan citra BG dan RG yang mewakili ruang warna RGB.

Kedua metode digunakan untuk mengklasifikasi sel darah berdasarkan jenis citra. Dimana dari masing-masing jenis citra didapatkan fitur berupa tekstur dari masing-masing kelas (*Leukocyte*, *Normal Platelet* dan *Giant Platelet*) sehingga didapatkan akurasi seperti pada Gambar 4.15



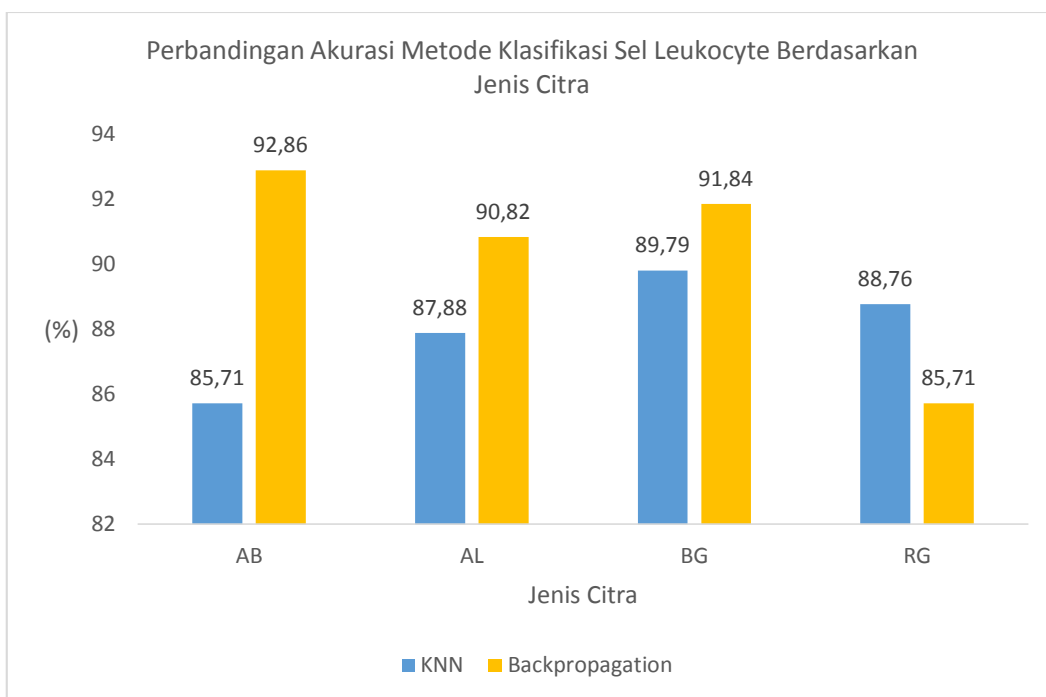
Gambar 4.15 Perbandingan akurasi kedua metode berdasarkan jenis citra.

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa metode klasifikasi *Backpropagation* lebih akurat dalam mengklasifikasi sel trombosit berdasarkan fitur tekstur *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM). Hal ini terjadi karena metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) bergantung pada nilai k (tetangga terdekat) yang digunakan. Semakin besar nilai k , akurasi keberhasilan klasifikasi dan pengenalan sel semakin tinggi, begitupula dengan sebaliknya. Selain itu hasil klasifikasi dari metode KNN bergantung pada kelas mayoritasnya.

Berbeda halnya dengan metode *Backpropagation*, pada metode backpropagation apabila hasil klasifikasi sel tidak sesuai dengan target yang

diharapkan, misalnya nilai fitur dari masing-masing kelas mirip. Metode tersebut lebih bisa mengklasifikasi dengan baik karena adanya perubahan bobot pada tiap-tiap layernya sehingga diharapkan perubahan bobot tersebut mampu mendapatkan hasil klasifikasi yang sesuai dengan target dan error yang dihasilkan kecil.

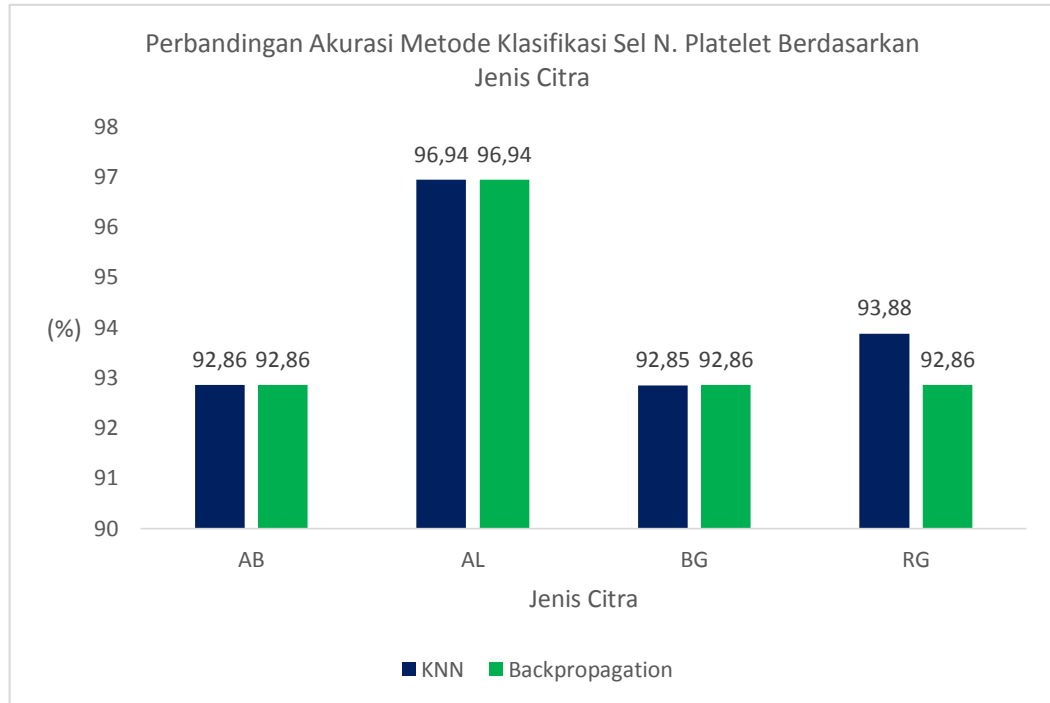
Kedua metode tersebut juga dibandingkan akurasi dalam menganalisis masing-masing kelas berdasarkan nilai tekstur dari jenis citra yang dimasukkan sebagai inputan. Akurasi kedua metode tersebut ditunjukkan dengan Gambar 4.16 untuk sel leukosit, Gambar 4.17 untuk sel normal trombosit dan Gambar 4.18 untuk sel trombosit raksasa (*giant platelet*).



Gambar 4.16 Akurasi metode berdasarkan jenis citra pada sel leukosit

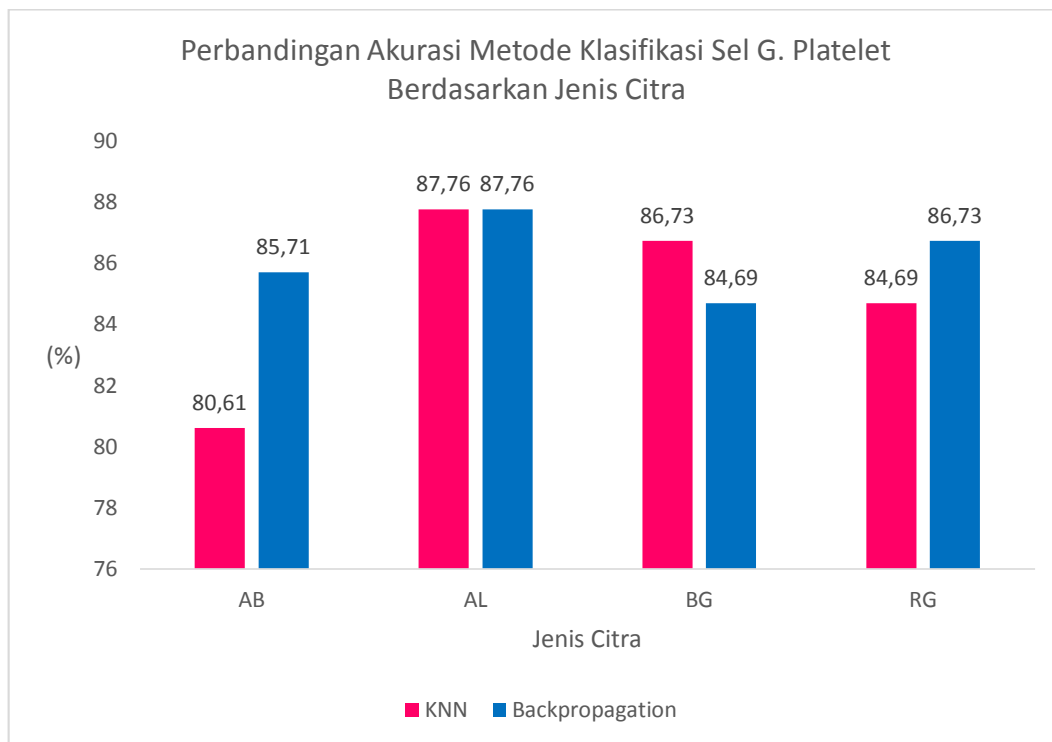
Gambar 4.16 menunjukkan bahwa metode *Backpropagation* mampu mengklasifikasi sel leukosit lebih baik daripada metode *K-Nearest Neighbor* pada citra AB, citra AL dan citra BG. Pada citra AB, akurasi metode *Backpropagation* sebesar 92.86% sedangkan metode KNN akurasi sebesar 85.71%. Pada citra AL, akurasi metode *Backpropagation* sebesar 90.82% sedangkan metode KNN akurasi sebesar 87.88%. Pada citra BG akurasi metode *Backpropagation* sebesar 91.84% sedangkan metode KNN akurasi sebesar 89.79%. Namun pada

citra RG metode KNN lebih unggul dalam mengklasifikasi sel leukosit sebesar 88.76% sedangkan akurasi Backpropagation sebesar 85.71%.



Gambar 4.17 Akurasi metode berdasarkan jenis citra pada sel trombosit normal.

Gambar 4.17 menunjukkan bahwa metode *Backpropagation* dan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) sama-sama mampu mengklasifikasikan dan mengenali sel trombosit normal pada citra AB, citra AL dan citra BG. Pada citra AB, akurasi metode *Backpropagation* dan KNN akurasinya sebesar 92.86%. Pada citra AL, akurasi metode *Backpropagation* dan KNN akurasinya sebesar 96.94%. Pada citra BG akurasi metode *Backpropagation* dan KNN akurasinya sebesar 92.85%. Sedangkan pada citra RG metode klasifikasi KNN lebih unggul dalam mengklasifikasi dan mengenali sel trombosit normal. Akurasi metode KNN sebesar 93.88% dibandingkan dengan akurasi metode klasifikasi *Backpropagation* sebesar 92.86%.



Gambar 4.18 Akurasi metode berdasarkan jenis citra pada sel trombosit raksasa.

Gambar 4.18 menunjukkan bahwa metode *Backpropagation* dan metode *K-Nearest Neighbor* sama-sama mampu mengklasifikasikan dan mengenali sel trombosit raksasa (*giant platelet*). Pada citra AB, akurasi metode *Backpropagation* lebih besar dibandingkan akurasi metode KNN yaitu 85.71% sedangkan metode KNN akurasinya sebesar 80.61%. Pada citra AL, akurasi metode *Backpropagation* sama akurasinya dengan metode KNN yaitu 87.76%. Namun pada citra BG, akurasi metode *Backpropagation* lebih kecil bila dibandingkan dengan metode KNN yaitu sebesar 84.69% dan metode KNN akurasinya sebesar 86.73%. Pada citra RG, akurasi metode *Backpropagation* lebih besar dibandingkan akurasi metode KNN yaitu 86.73% sedangkan metode KNN akurasinya sebesar 84.69%.

Dari penjabaran penjelasan diatas, maka metode klasifikasi *Backpropagation* mampu mengklasifikasi sel trombosit pada citra hapusan darah tepi berdasarkan nilai *Gray Level Co-occurrence Matrix* dengan akurat. Kedekatan nilai keabuan (*gray level*) antara kelas *leukocyte* dan kelas *giant platelet* mempengaruhi pengambilan nilai fitur tekstur berdasarkan fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix*.

Hal itu juga berpengaruh pada akurasi yang didapatkan dari metode klasifikasi *Backpropagation*.

Presentase akurasi metode *Backpropagation* mampu mengenali dan mengklasifikasi sel pada citra AB sebesar 85.71%, citra AL sebesar 87.75%, citra BG sebesar 84.69% dan citra RG sebesar 83.67%. Metode *backpropagation* mampu mengklasifikasi dan mengenali secara akurat sel *leukocyte* sebesar 90.31%, sel *normal platelet* sebesar 93.88% dan sel *giant platelet* sebesar 86.22% terhadap jenis citra baik citra ruang warna CIELab maupun citra ruang warna RGB.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

PENUTUP

Pada bab terakhir penelitian ini dimuat suatu kesimpulan dan saran hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya. Adapun kesimpulan dan saran ini bermanfaat bagi pengembangan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dikembangkan sistem klasifikasi sel trombosit pada citra hapusan darah tepi berdasarkan ekstraksi nilai fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) yaitu *Angular Second Moment* (ASM), *Invers Different Moment* (IDM) dan Entropi. Ekstraksi fitur diambil dari citra hasil segmentasi dari ruang warna RGB dan CIELab. Segmentasi citra yang dilakukan dengan cara mengambil komponen warna *red*, *green* dan *blue* pada ruang warna RGB sedangkan pada ruang warna CIELab juga diambil komponen dari *lightness*, komponen warna a (*red-green*) dan komponen warna b (*yellow-blue*). Kemudian masing-masing dari komponen tersebut dikurangi satu sama lain untuk menghilangkan *background* atau sel eritrosit pada citra. Hasil citra segmentasi yang mampu merepresentasikan sel leukosit dan sel trombosit adalah citra RG (hasil pengurangan citra komponen *red* dengan komponen *green*) dan citra BG (hasil pengurangan citra komponen *blue* dengan komponen *green*) pada ruang warna RGB. Sedangkan pada ruang warna CIELab, citra yang digunakan adalah citra AL (hasil pengurangan citra komponen warna a dengan komponen *lightness*) dan citra AB (hasil pengurangan citra komponen a dengan komponen b). Kedekatan nilai keabuan (*gray level*) antara kelas *leukocyte* dan kelas *giant platelet* mempengaruhi pengambilan nilai fitur tekstur GLCM yaitu ASM, IDM dan entropi sehingga hal tersebut juga berpengaruh pada akurasi yang didapatkan dari metode klasifikasi *Backpropagation* yang digunakan. Hasil pengujian dari proses klasifikasi menggunakan *Backpropagation* dengan 250 data latih dan 98 data uji terhadap tiga kelas yaitu kelas *leukocyte*, *normal platelet* dan *giant platelet*.

Presentase akurasi metode *Backpropagation* mampu mengenali dan mengklasifikasi sel berdasarkan jenis citra yaitu pada citra AB sebesar 85.71%,

citra AL sebesar 87.75%, citra BG sebesar 84.69% dan citra RG sebesar 83.67%. Metode *Backpropagation* mampu mengklasifikasi dan mengenali secara akurat sel *leukocyte* sebesar 90.31%, sel *normal platelet* sebesar 93.88% dan sel *giant platelet* sebesar 86.22% terhadap jenis citra baik citra ruang warna CIELab maupun citra ruang warna RGB.

5.2 Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dan dikembangkan menggunakan metode ekstraksi fitur dan klasifikasi lain yang dapat meningkatkan akurasi dalam mengklasifikasi sel trombosit pada hapusan darah tepi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bain, B.J., 2014. Blood cells: a practical guide. John Wiley & Sons.
- Beck, N., 2009. Diagnostic Hematology. Springer London, London.
- Kottke-Marchant, K., Davis, B.H. (Eds.), 2012. Laboratory hematology practice. Wiley-Blackwell/International Society for Laboratory Hematology, Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, NJ.
- McKenzie, S.B., 2014. Clinical laboratory hematology.
- Melo, J.V., Goldman, J.M. (Eds.), 2007. Hematologic malignancies: myeloproliferative disorders. Springer, Berlin ; New York.
- Mhaweche, P., Saleem, A., 2000. Inherited giant platelet disorders. *Am. J. Clin. Pathol.* 113, 176–190.
- Michelson, A.D. (Ed.), 2013. Platelets, 3rd ed. ed. Academic Press, London ; Waltham, MA.
- Mohapatra, S., Patra, D., 2010. Automated cell nucleus segmentation and acute leukemia detection in blood microscopic images, in: Systems in Medicine and Biology (ICSMB), 2010 International Conference on. IEEE, pp. 49–54.
- Prasetyo, E., 2013. Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab, I. ed. Andi.
- Purnomo, M.H., Kurniawan, A., 2006. Supervised Neura Network dan Aplikasinya, Pertama. ed. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Rahmanti, F.Z., Ningrum, N.K., Adi, P.W., Purnomo, M.H., 2016. A comparison of plasmodium falciparum identification from digitalization microscopic thick blood film, in: Biomedical Engineering (IBIOMED), International Conference on. IEEE, pp. 1–6.
- Roberti de Siqueira, F., Robson Schwartz, W., Pedrini, H., 2013. Multi-scale gray level co-occurrence matrices for texture description. *Neurocomputing* 120, 336–345. doi:10.1016/j.neucom.2012.09.042
- Rodak, B.F., Carr, J.H., 2017. Clinical hematology atlas, Fifth edition. ed. Elsevier, St. Louis, Missouri.
- Silver, R.T., Chow, W., Orazi, A., Arles, S.P., Goldsmith, S.J., 2013. Evaluation of WHO criteria for diagnosis of polycythemia vera: a prospective analysis. *Blood* 122, 1881–1886. doi:10.1182/blood-2013-06-508416
- Theml, H., Diem, H., Haferlach, T., Theml, H., 2004. Color atlas of hematology: practical microscopic and clinical diagnosis. Thieme, Stuttgart; New York.
- Turgeon, M.L., 2012. Clinical hematology. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- Wahed, A., Dasgupta, A., 2015. Hematology and coagulation: a comprehensive review for board preparation, certification and clinical practice.
- Wu, X., Kumar, V., Ross Quinlan, J., Ghosh, J., Yang, Q., Motoda, H., McLachlan, G.J., Ng, A., Liu, B., Yu, P.S., Zhou, Z.-H., Steinbach, M., Hand, D.J., Steinberg, D., 2008. Top 10 algorithms in data mining. *Knowl. Inf. Syst.* 14, 1–37. doi:10.1007/s10115-007-0114-2
- Wulan, T.D., 2015. Klasifikasi Nodul Paru-Paru dari Citra CT Scan Berdasarkan Gray Level Co-occurrence Matrix Menggunakan Support Vector Machine. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Young, S.C.A., Poulsen, K.B., 2014. Anderson's Atlas of Hematology, Second. ed.
Wolters Kluwer Health, Baltimore.

LAMPIRAN

Tabel.1 Nilai Fitur GLCM berdasarkan kelas sel pada citra BG

Fitur/Kelas	<i>Leukocyte</i>	<i>N. Platelet</i>	<i>G. Platelet</i>
ASM.0	0.001858541	0.690898003	0.005592166
IDM.0	0.347148586	0.902573374	0.511062553
ENTROPI.0	6.633318	1.350748161	5.629192517
ASM.45	0.001466492	0.68480399	0.00376845
IDM.45	0.279366807	0.878632695	0.397918051
ENTROPI.45	6.834736926	1.408016638	5.93794069
ASM.90	0.00219812	0.694657097	0.005248761
IDM.90	0.405833972	0.897119643	0.492311357
ENTROPI.90	6.476474717	1.336486754	5.649325581
ASM.135	0.001423905	0.687089309	0.003649168
IDM.135	0.269171367	0.878720768	0.383810469
ENTROPI.135	6.860409549	1.406873598	5.96464451

Tabel.2 Nilai Fitur GLCM berdasarkan kelas sel pada citra RG

Fitur/Kelas	<i>Leukocyte</i>	<i>N. Platelet</i>	<i>G. Platelet</i>
ASM.0	0.002511721	0.01789179	0.006843125
IDM.0	0.397663081	0.574781605	0.542695996
ENTROPI.0	6.383412914	4.852989374	5.540601064
ASM.45	0.001949707	0.012387843	0.004049537
IDM.45	0.326267066	0.466013741	0.402890424
ENTROPI.45	6.60644495	5.179312481	5.967314116
ASM.90	0.003303787	0.02030302	0.005757286
IDM.90	0.479223324	0.605098547	0.488280723
ENTROPI.90	6.188891983	4.77835963	5.649819857
ASM.135	0.001882894	0.012456823	0.004101081
IDM.135	0.322963369	0.473585008	0.400009933
ENTROPI.135	6.618408266	5.168528715	5.956212937

Tabel.3 Nilai Fitur GLCM berdasarkan kelas sel pada citra AL

Fitur/Kelas	<i>Leukocyte</i>	<i>N. Platelet</i>	<i>G.Platelet</i>
ASM.0	0.000753862	0.905676911	0.045398968
IDM.0	0.168667031	0.962304058	0.344074125
ENTROPI.0	7.501275252	0.407402481	5.732728654
ASM.45	0.000673406	0.898736578	0.040429525
IDM.45	0.143608148	0.95733674	0.313419822
ENTROPI.45	7.596391207	0.427771054	5.849422139
ASM.90	0.000800051	0.907354536	0.046671062
IDM.90	0.187778092	0.962390103	0.349433707
ENTROPI.90	7.437672002	0.40304826	5.709302334
ASM.135	0.000663429	0.901607467	0.039869137
IDM.135	0.141056476	0.958574792	0.313689363
ENTROPI.135	7.614484873	0.419965927	5.857330199

Tabel.4 Nilai Fitur GLCM berdasarkan kelas sel pada citra AB

Fitur/Kelas	<i>Leukocyte</i>	<i>N. Platelet</i>	<i>G.Platelet</i>
ASM.0	0.002700143	0.454489201	0.006184621
IDM.0	0.386099295	0.836668223	0.520255291
ENTROPI.0	6.260549489	2.124947865	5.500054281
ASM.45	0.002198407	0.440059656	0.004464249
IDM.45	0.327772092	0.80096109	0.418495362
ENTROPI.45	6.448447254	2.223406084	5.775745422
ASM.90	0.003189701	0.464782426	0.005828306
IDM.90	0.445853181	0.845348741	0.499747232
ENTROPI.90	6.099051365	2.080659179	5.523977066
ASM.135	0.002122573	0.440293374	0.004340696
IDM.135	0.313341015	0.802312639	0.404594511
ENTROPI.135	6.481419434	2.220973453	5.80455073

BIOGRAFI PENULIS



Zilvanhisna Emka Fitri, anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Abdul Madjid dan Kusprowati. Lahir di Jember, 2 Maret 1992. Dari kecil hingga SMA bersekolah di Jember. Sekolah dasar di SDN Jember Lor I, sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Jember dan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Jember. Dia menyelesaikan sarjana di S1 Teknobiomedik Universitas Airlangga, Surabaya pada tahun 2015.

Pada tahun yang sama, dia melanjutkan studinya untuk mendalami sistem cerdas pada bidang mikroskopis medis melalui program pascasarjana bidang Jaringan Cerdas Multimedia di Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dapat dihubungi melalui email : zilvanhisna.emka.fitri@gmail.com